



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Pedagogik : Penentuan Pengalaman Belajar

**Profesional : Proteksi Sistem Tenaga Listrik dan Sistem
Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik**

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Penyusun :

Drs. Hambali, M.Kes
UNP Padang
hambali_ksy@yahoo.co.id
081363663092

Reviewer :

Rahmad Fauzi
USU Medan
rafauzi602@gmail.com
082166109527

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016**



KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Modul diklat ini berisikan tentang beberapa kompetensi yang harus dimiliki oleh guru Teknik Jaringan Listrik. Diantara materi tersebut yakni: Materi Pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran, Menganalisis spesifikasi teknis peralatan proteksi sistem tenaga listrik, Menganalisis sistem instalasi proteksi sistem tenaga listrik, Memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik, Memperjelas teknik-teknik pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik, Menggunakan peralatan kerja pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan modul ini, mudah-mudahan modul ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi semua pihak yang terlibat dalam diklat PKB.

Jakarta, Agustus 2015
Direktur Jenderal Guru dan Tenaga
Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	4
I. KEGIATAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-1	6
Penentuan Pengalaman Belajar	6
A. Tujuan.....	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	6
C. Uraian Materi	6
Bahan Bacaan 1	6
Hakekat Pengalaman Belajar	6
Bahan Bacaan 2	8
Pertimbangan-Pertimbangan Menentukan Pengalaman Belajar	8
Bahan Bacaan 3	9
Pentingnya Pengalaman Belajar.....	9
Bahan Bacaan 4	13
Pandangan Guru Terhadap Pengalaman Belajar	13
D. Aktivitas Pembelajaran	15
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran	16
Aktivitas.1 Penentuan Pengalaman Belajar	16
E. Rangkuman	16
F. Tes Formatif.....	17

G. Kunci Jawaban	18
LEMBAR KERJA KB-1	23
II. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-2.....	26
Menganalisis Spesifikasi teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik	26
A. Tujuan.....	26
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	26
C. Uraian Materi	26
Bahan Bacaan 1	26
Peralatan Utama Sistem Proteksi	26
Bahan Bacaan 2	40
Peralatan Penunjang Sistem Proteksi.....	40
D. Aktivitas Pembelajaran	42
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran	42
Aktivitas.1 Menganalisis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	43
Aktivitas. 2 Menganalisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik	43
E. Rangkuman	44
F. Tes Formatif.....	45
G. Kunci Jawaban	45
LEMBAR KERJA KB-2	47
III. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-3.....	51
Menganalisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik	51
A. Tujuan.....	51
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	51
C. Uraian Materi	51
Bahan Bacaan 1	51
Pengertian Proteksi Transmisi Tenaga Listrik	51
Bahan Bacaan 2	54
Jenis -Jenis Relay	54
D. Aktivitas Pembelajaran	63
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran	63
Aktivitas.1 Menganalisis Sistem Instalasi Proteksi sistem Tenaga Listrik.....	63

E. Rangkuman	64
F. Tes Formatif.....	64
G. Kunci Jawaban	65
LEMBAR KERJA KB-3.....	67
IV. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-4.....	70
Memperjelas Simbol-Simbol Gambar Rencana Pada Instalasi proteksi Sistem Tenaga Listrik	70
A. Tujuan.....	70
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	70
C. Uraian Materi	70
Bahan Bacaan 1	70
Diagram Segaris (One Line Diagram)	70
D. Aktivitas Pembelajaran	80
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	80
Aktivitas.1 Memperjelas Simbol-Simbol Gamabar rencana Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik	80
E. Rangkuman	81
F. Tes Formatif.....	81
G. Kunci Jawaban	82
LEMBAR KERJA KB-4	83
V. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-5.....	86
Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem tenaga Listrik	86
A. Tujuan.....	86
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	86
C. Uraian Materi	86
Bahan Bacaan 1	86
Alat Proteksi Terhadap Sengatan Listrik Yang Berkerja Otomatis.....	86
Bahan Bacaan 2	93
Penerapan Proteksi Transmisi Tenaga Listrik.....	93
D. Aktivitas Pembelajaran	95
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	95

Aktivitas.1 Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik	96
E. Rangkuman	96
F. Tes Formatif.....	97
G. Kunci Jawaban	97
LEMBAR KERJA KB-5	99
VI. KEGITAN PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran KB-6.....	103
Menggunakan Peralatan Kerja Pada Instalasi Proteksi sistem Tenaga Listrik	103
A. Tujuan.....	103
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	103
C. Uraian Materi	103
Bahan Bacaan 1	103
Current Transformer (CT)	103
Bahan Bacaan 2	107
Voltage Transformer (Vt/Pt)	107
Bahan Bacaan 3	109
Relay	109
D. Aktivitas Pembelajaran	122
Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Materi Pembelajaran	122
Aktivitas.1 Menggunakan Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik	122
E. Rangkuman	123
F. Tes Formatif.....	124
G. Kunci Jawaban	124
LEMBAR KERJA KB-6	126
PENUTUP	129
UJI KOPETENSI.....	130
DAFTAR PUSTAKA.....	136
GLOSARIUM.....	137

DAFTAR TABEL

Tabel 4.2 Simbol Simbol Diagram Segaris	70
Tabel 4.3 Simbol Simbol Hueuf Relai Elektris Trafo	71
Tabel 4.4 Simbol Simbol Hueuf Relai Mekanis Trafo.....	73
Tabel 4.5 Simbol Simbol Hueuf Relai Penghantar 70 KV.....	75
Tabel 4.6 Simbol Simbol Hueuf Relai	76
Tabel 4.7 Simbol Simbol Hueuf Relai Penyulung 20 KV	76
Tabel 4.8 Simbol Simbol Hueuf Relai Distance Quadramho.....	77
Tabel 4.9 Simbol Simbol Hueuf Relai Over Curent GEC-MOGG.....	78
Tabel 4.10 Simbol Simbol Hueuf RelaiOver Current ABB-SPAJ 140 C.....	78
Tabel 6.11 Prinsip Kerja relai	110
Tabel 6.12 Standard Inverse, Very Invers, Extremely inverse	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Peralatan Proteksi	27
Gambar 2.2 Tipe Rangkaian Trafo Arus CT	28
Gambar 2.3 Trafo Arus	29
Gambar 2.4 Kontruksi Trafo Tegangan Menengah.....	30
Gambar 2.5 Kontruksi Trafo Tegangan Kapasitif	30
Gambar 2.6 Rangkaian Magnetik dan Kapasitor PT	31
Gambar 2.7 Relay Magnetik	32
Gambar 2.8 Kontruksi Relai Elektronik Pada Posisi NO (Normaly Open).....	32
Gambar 2.9 Circuit Breaker	34
Gambar 2.10 Kontruksi Circuit Breaker	34
Gambar 2.11 MCCB (Mold Case Circuit Breaker)	35
Gambar 2.12 ACB (Air Circuit Breaker)	36
Gambar 2.13 OCB (Oil Circuit Breaker).....	36
Gambar 2.14 SF6CB (Sulfur Circuit Breaker)	38
Gambar 2.15 VCB (Vacum Circuit Breaker)	39
Gambar 2.16 Klasifikasi Fuse Menurut Kontruksi Fisik.....	39
Gambar 3.17 Gambar Jaringan Sistem Tenaga Listrik.....	52
Gambar 3.18 Kontruksi Relai Kumparan Magnet Induksi	54
Gambar 3.19 Bentuk Fisik Relai Arus Lebih	55
Gambar 3.20 Skema dan Bentuk Fisik Relai Diferensial	56
Gambar 3.21 Single Diagram Relai Gangguan Tanah Terbatas.....	56
Gambar 3.22 Bentuk Fisik Relai Bucholtz.....	57
Gambar 3.23 Bentuk Fisik Relai Jensen.....	58
Gambar 3.24 Rangkaian Arus Relai Zero Sequencec Current dan Diagram Vektor	58
Gambar 3.25 Bentuk Fisik Relai Tekanan Lebih	59
Gambar 3.26 Kurva Relai Impedansi	60
Gambar 3.27 Single Line Diagram Directional Comparison.....	60

Gambar 3.28 Diagram Pengaman Arus Lebih dengan 3OCR + GFR.....	61
Gambar 3.29 Rangkaian Relai Suhu	62
Gambar 5.30 Bentuk Fisik RCD 1 Fasa	87
Gambar 5.31 Skema Diagram RCD 1 Fasa.....	87
Gambar 5.32 Bentuk Fisik ELCB 3 Fasa	88
Gambar 5.33 Skema Diagram ELCB 3 Fasa	88
Gambar 5.34 Pemasangan ELCB Pada Beban (Proteksi Lokal)	89
Gambar 5.35 Pemasangan ELCB Pada Jaringan Sumber (Proteksi Terpusat)	90
Gambar 5.36 Contoh Klasifikasi Proteksi Pada Peralatan Listrik Portabel	91
Gambar 5.37 Pemisahan Korban dari Aliran Listrik	92
Gambar 5.38 Wearing Diagram Jaringan Trasmisi	93
Gambar 6.39 CT Magnetizing Characteristic For 1PL200R2.0	106
Gambar 6.40 Rangkaian Ekuivalen CT.....	106
Gambar 6.41 Karakteristik CT Pengukuran dan CT Proteksi.....	107
Gambar 6.42 Rangkaian Ekuivalen VT/PT	108
Gambar 6.43 Tipe Relai Diferensial	115
Gambar 6.44 Kurva Relai Diferensial.....	116
Gambar 6.45 Voltage Diferensial	117
Gambar 6.46 Prinsip Kerja Circuit Breaker	119

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Uji Kompetensi Guru (UKG) dimaksudkan untuk memastikan bahwa guru telah memiliki standar minimal kompetensi profesional dan pedagogik. Hasil UKG digunakan juga sebagai penentu jenjang pelatihan yang harus diikuti oleh guru dalam rangka melaksanakan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB).

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Pedoman penyusunan modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB.

B. Tujuan

Tujuan disusunnya modul diklat PKB ini adalah memberikan pemahaman bagi peserta diklat tentang konsep dasar dan penguasaan materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Secara khusus tujuan penyusunan modul ini adalah memberikan informasi awal tentang:

1. Pendekatan , strategi, metode, dan teknik pembelajaran
2. Menganalisis spesifikasi teknis peralatan proteksi sistem tenaga listrik
3. Menganalisis sistem instalasi proteksi sistem tenaga listrik
4. Memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik
5. Memperjelas teknik-teknik pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik
6. Menggunakan peralatan kerja pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik

C. Peta Kompetensi

Jenjang Sekolah : SMK

Program Keahlian/Mapel : Teknk Jaringan Listrik

KOMPETENSI UTAMA	STANDAR KOPETENSI GURU		INDIKATOR PENCAPAIAN KOPETENSI	MATERI MODUL	GRADE																
	KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI GURU/MAPEL			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Pedagogik	1. Menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik.	1.1 Menentukan pengalaman belajar yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran.	1.1.1 Pengalaman belajar diidentifikasi sesuai dengan tujuan pembelajaran 1.1.2 Pengalaman belajar ditentukan berdasarkan hasil identifikasi	peserta didik :																	
		1.2 Memilih materi pembelajaran yang diampu yang terkait dengan pengalaman belajar dan tujuan pembelajaran	1.2.1 Kriteria pemilihan materi pembelajaran dijelaskan dengan benar 1.2.2 Materi pembelajaran diidentifikasi sesuai dengan tujuan pembelajaran dan tujuan pembelajaran dan pengalaman belajar 1.2.3 Materi pembelajaran dipilih berdasarkan hasil identifikasi																		
Profesional	2. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	2.1 Memasang peralatan proteksi sistem tenaga listrik	2.1.1 Menganalisis spesifikasi teknis peralatan proteksi sistem tenaga listrik 2.2.2 Menganalisis sistem instalasi proteksi sistem tenaga listrik 2.2.3 Memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik 2.2.4 Memperjelas teknik-teknik pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik 2.2.5 Menggunakan peralatan kerja pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik																		

D. Ruang Lingkup

Modul diklat PKB ini berisi rangkaian kegiatan pembelajaran selama mengikuti pendidikan dan pelatihan pasca Uji Kompetensi Guru (UKG), khususnya pendidikan dan pelatihan pada grade/ Level 3 untuk program keahlian Teknik Jaringan Listrik. Modul ini mencakup 2 kegiatan pembelajaran, yakni pedagogik dan profesional. Cakupan materi pedagogik meliputi : Pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran. Cakupan materi profesional mencakup : Menganalisis spesifikasi teknis peralatan proteksi sistem tenaga Listrik, menganalisis sistem instalasi proteksi sistem tenaga listrik, memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik, Memperjelas teknik-teknik pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik dan menggunakan peralatan kerja pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Untuk mempermudah di dalam penggunaan modul ini, maka diharapkan peserta membaca dengan baik petunjuk penggunaan modul ini seperti yang tersebut dibawah ini:

1. Petunjuk Bagi Peserta Diklat/Pelatihan
 - a. Untuk membantu kelancaran proses pelatihan Peserta diklat berhubungan dengan instruktur yang bisa diawali atas inisiatif dari peserta .
 - b. Pelajarilah modul ini dengan baik terhadap sajian konsep yang diberikan pada setiap kegiatan belajar.
 - c. Untuk memahami isi materi yang terdapat di dalam setiap kompetensi, maka kerjakan semua pertanyaan yang diberikan pada setiap pembelajaran, dan jawaban anda harap ditulis pada tempat yang telah disediakan dalam modul ini.
 - d. Diharapkan peserrta diklat/pelatihan dapat menyelesaikan tugas-tugas, dan apabila diperlukan dapat dilakukan diskusi dengan 3–5 orang teman. Selanjutnya jawaban anda ditulis pada tempat yang telah disediakan.

- e. Apabila peserta diklat/pelatihan telah selesai dan telah merasa menguasai modul ini, silahkan berhubungan dengan instruktur/asesor/tutor yang bersangkutan untuk mendapatkan pengujian atas kompetensi anda.

2. Petunjuk Bagi instruktur/Asesor/Tutor

Dalam penyelesaian modul pembelajaran ini, instruktur/asesor/tutor berperan sebagai tutor yang mendampingi peserta dalam menyelesaikan modul ini, beberapa hal yang perlu dilakukan yaitu:

- a. Membantu peserta membuat perencanaan pembelajaran.
- b. Membantu peserta diklat/pelatihan bila mengalami kesulitan dalam menyelesaikan modul ini.
- c. Sebagai instruktur/asesor/tutor, jangan berlebihan dalam memberikan penjelasan, karena pada pembelajaran ini adalah mengarahkan peserta diklat/pelatihan dapat belajar mandiri. Penjelasan cenderung bersifat mengarahkan bukan menuntaskan sebagaimana saat mengajar.
- d. Setelah peserta diklat/pelatihan selesai dan siap diuji, maka tugasinstruktur/ asesor/tutor adalah menguji kompetensi peserta diklat/pelatihan sebagai wujud penguasaan materi modul diklat ini.

I. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-1

Penentuan Pengalaman Belajar

A. Tujuan

1. Peserta pelatihan mampu memahami dan menguasai hakikat pengalaman pembelajaran.
2. Peserta pelatihan mampu memahami cara merumuskan pengalaman belajar.
3. Peserta pelatihan mampu memahami dan menguasai berbagai macam metode dalam proses pembelajaran

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dalam mempelajari kegiatan pembelajaran 1 ini adalah : peserta diklat mampu menguasai Penentuan Pengalaman Pembelajaran dengan baik dan tepat.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Hakikat Pengalaman Belajar

Pengalaman belajar adalah sejumlah aktivitas siswa yang dilakukan untuk memperoleh informasi dan kompetensi baru sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai. Pengalaman Menurut Gagne (1991) ada delapan tipe pengalaman belajar dari pengalaman belajar yang sederhana sampai pada pengalaman belajar yang kompleks. Kedelapan tipe belajar itu ialah:

- a. Belajar signal.
- b. Belajar mereaksi perangsang melalui penguatan,
- c. Pengalaman belajar membentuk rangkaian.
- d. Belajar asosiasi verbal.
- e. Belajar membedakan atau diskriminasi.
- f. Belajar konsep.

- g. Belajar aturan atau hukum

Gagne mengidentifikasi lima jenis hasil belajar sebagai berikut:

- a. Belajar keterampilan intelektual.
- b. Belajar informasi verbal.
- c. Belajar mengatur kegiatan intelektual,
- d. Belajar sikap.

Pengalaman menurut piaget berlangsung dalam diri setiap individu melalui proses konstruksi pengetahuan. Oleh sebab itu teori belajar piaget terkenal dengan teori konstruktivistik. Belajar menurut teori konstruktivitas bukanlah sekedar menghafal, akan tetapi proses mengkonstruksi pengetahuan melalui pengalaman. Pengetahuan bukanlah hasil pemberian dari orang lain seperti guru akan tetapi hasil dari proses mengkonstruksi yang dilakukan setiap individu. Pengetahuan hasil dari pemberitahuan tidak akan menjadi pengetahuan yang bermakna.

Piaget berpendapat bahwa sejak kecil setiap anak sudah memiliki struktur kognitif yang kemudian dinamakan skema. Skema terbentuk karena pengalaman. Proses penyempurnaan skema dilakukan melalui proses asimilasi dan akomodasi. Beberapa ide umum tentang pengalaman belajar :

1. Keterlibatan dalam pengalaman belajar merupakan pengaruh yang amat penting terhadap pembelajaran.
2. Suasana yang bebas dan penuh kepercayaan akan menunjang kehendak peserta didik untuk mau melakukan tugas sekalipun mengundang risiko.
3. Pengaruh strategi yang mendalam dapat dipergunakan namun sangat tergantung pada beberapa aspek, misalnya usia, kematangan, kepercayaan, dan penghargaan terhadap orang lain. Dan kebahagiaan guru juga tergantung pada latihan-latihan yang diberikan untuk mengendalikannya atau menguasai aspek tersebut.
4. Beberapa teknis yang disajikan cenderung untuk memberikan beberapa gagasan atau ide mengenai bagaimana pengajar dapat melibatkan peserta didik secara emosional. Dalam hal ini referensi

atau mata pelajaran yang diberikan sangat tergantung pada peserta didik, pelajaran tertentu, pengajaran atau guru lingkungan.

5. Terdapat banyak sekali pengaruh-pengaruh yang dapat dipelajari sebaik mungkin dengan melalui beberapa model yaitu pengajar atau guru yang dalam berbagai hal menyatukan pengaruh, sedangkan para peserta didik berusaha mencoba menurunny.

Dengan demikian model yang diterapkan banyak memerlukan pengalaman pendidikan secara informal.

Bahan Bacaan 2:

Pertimbangan-Pertimbangan Menentukan Pengalaman Belajar

1. Sesuai dengan tujuan atau kompetensi yang akan dicapai
Dalam system perencanaan dan desain pembelajaran tujuan merupakan komponen utama dan pertama yang harus dipikirkan oleh seorang desainer pembelajaran. Sehingga apa yang harus dilakukan guru dan siswa diarahkan untuk mencapai tujuan itu. Dilihat dari domainnya tujuan itu terdiri atas tujuan kognitif, afektif, dan psikomotorik.
2. Sesuai dengan jenis bahan atau materi pelajaran
Pengalaman belajar yang direncanakan dan didesain harus memerhatikan karakteristik materi pelajaran baik dilihat dari kompleksitas materi maupun pengemasannya.
3. Ketersediaan Sumber Belajar
Selain pertimbangan tujuan dan isi bahan pelajaran, seorang desainer pembelajaran dalam menentukan pengalaman belajar juga harus memerhatikan ketersediaan sumber belajar yang dapat digunakan.
4. Pengalaman Belajar Harus Sesuai dengan Karakteristik Siswa
Kondisi dan karakteristik siswa merupakan salah satu hal pertimbangan yang harus diperhatikan, baik menyangkut minat dan bakat siswa, kecenderungan gaya belajar maupun kemampuan dasar yang dimiliki siswa.

Ada sejumlah prinsip-prinsip yang harus diperhatikan manakala kita akan mengembangkan pengalaman belajar yaitu,

1. Berorientasi pada tujuan

Dalam system pembelajaran tujuan merupakan komponen yang utama. Efektivitas pengembangan pengalaman belajar ditentukan dari keberhasilan siswa mencapai tujuan pembelajaran.

2. Aktivitas

Pengalaman belajar siswa harus dapat mendorong agar siswa beraktivitas melakukan sesuatu. Aktivitas tidak dimaksudkan terbatas pada aktivitas fisik, akan tetapi juga meliputi aktivitas yang bersifat psikis seperti aktivitas mental.

3. Individualitas

Mengajar adalah usaha mengembangkan setiap individu siswa. Oleh sebab itu pengalaman belajar dirancang untuk setiap individu siswa.

4. Integritas

Oleh karena itu merancang pengalaman belajar siswa harus dapat mengembangkan seluruh aspek kepribadian siswa secara terintegritas.

Bahan Bacaan 3:

Pentingnya Pengalaman Belajar

Belajar secara umum dapat diartikan sebagai perubahan, contohnya dari tidak tahu menjadi tahu, dari tidak mampu menjadi mampu, dari tidak mau menjadi mau, dan lain sebagainya. Namun demikian tidak semua perubahan pasti merupakan peristiwa belajar. Sedangkan yang dimaksud perubahan dalam belajar adalah perubahan yang relatif, konstan, dan berbekas. Sama halnya dengan pengalaman belajar, dimana seperti kata pepetah yang sering kita dengar dalam dunia pendidikan bahwa pengalaman adalah guru yang paling baik. Dalam hal ini pengalaman-pengalaman yang sering kita lalui dapat memberikan dan mengajarkan kita hal-hal yang berarti dalam hidup.

Pengalaman belajar siswa ditunjang dengan adanya teknologi. Dengan adanya kemajuan sains dan teknologi di bidang pendidikan seyogyanya dapat dimanfaatkan untuk mempermudah siswa mencapai

pengalaman belajar yang optimal. Anak-anak sekarang menginginkan hal-hal yang baru yang menarik dan menantang. Demikian juga saat mengikuti pembelajaran di sekolah mereka ingin pembaruan dalam pembelajaran. Dengan demikian seorang guru harus belajar mengadakan pembaruan pembelajaran dengan memasukkan pengalaman-pengalaman belajar yang menarik. Pembelajaran yang menarik adalah pembelajaran yang benar-benar membelajarkan siswa, semakin siswa terlibat aktif dalam pembelajaran akan semakin berkualitas hasil belajar siswa. Jadi siswa tidak sekedar datang, duduk, catat, dan pulang tanpa ada pengalaman belajar. Seorang guru dalam merancang pembelajaran tentunya akan bertanya dalam hatinya, "Pengalaman belajar apa yang akan aku berikan pada peserta didik agar mereka dapat memiliki kompetensi dasar?" Pengalaman belajar yang diberikan oleh guru sangat penting bagi peserta didik (siswa) agar peserta didik dapat memiliki kompetensi dasar. Ada dua hal yang dapat membantu guru dalam memberikan pengalaman belajar kepada siswa yaitu dengan penggunaan multimetode dan multimedia yang disesuaikan sesuai dengan kondisi siswa dan kemampuan sekolah.

1. Multimetode

Metode adalah cara yang digunakan untuk menimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal. Berikut ini disajikan beberapa metode pembelajaran yang biasa digunakan demi mengimplementasikan strategi pembelajaran sehingga terbentuk pengalaman belajar bagi siswa, yaitu:

a. Metode Ceramah

Metode ceramah merupakan metode yang biasa digunakan oleh setiap guru. Hal ini selain disebabkan oleh beberapa pertimbangan tertentu juga adanya faktor kebiasaan baik dari guru ataupun siswa. Dalam metode ini guru biasanya merasa belum puas manakala dalam proses pengelolaan pembelajaran tidak melakukan ceramah. Demikian juga dengan siswa, mereka akan belajar manakala ada guru yang memberikan materi pelajaran melalui ceramah, sehingga ada guru yang berceramah berarti ada proses belajar dan tidak ada guru berarti tidak ada proses belajar.

b. *Metode Demonstrasi*

Metode demonstrasi adalah metode penyajian pelajaran dengan memperagakan dan mempertunjukkan kepada siswa tentang suatu proses, situasi atau benda tertentu, baik sebenarnya atau hanya sekedar tiruan. Sebagai metode penyajian demonstrasi tidak terlepas dari penjelasan secara lisan oleh guru. Walaupun dalam proses demonstrasi peran siswa hanya sekedar memperhatikan, akan tetapi demonstrasi dapat menyajikan bahan pelajaran lebih konkret.

c. *Metode Diskusi*

Metode diskusi merupakan metode pembelajaran yang menghadapkan siswa pada suatu permasalahan. Tujuan utama metode ini adalah untuk memecahkan suatu permasalahan, menjawab pertanyaan, menambah dan memahami pengetahuan siswa, serta untuk membuat suatu keputusan (Killen, 1998). Oleh sebab itu, diskusi bukanlah debat yang bersifat mengadu argumentasi. Diskusi lebih bersifat bertukar pengalaman untuk menentukan keputusan tertentu secara bersama-sama.

Dengan demikian, jika setiap guru menerapkan metode yang berbeda-beda dalam proses pembelajaran maka setiap siswa juga akan memiliki pengalaman yang berbeda dalam menerima materi pelajaran. Metode yang pertama adalah metode yang bersifat monoton dimana siswa hanya akan bisa mendengarkan materi yang telah disampaikan oleh seorang guru. Materi yang dapat dikuasai siswa sebagai hasil dari ceramah akan terbatas pada apa yang dikuasai guru. Metode pembelajaran yang kedua akan lebih menarik sebab siswa tak hanya mendengar tetapi juga melihat peristiwa yang terjadi. Dalam hal ini dengan cara mengamati secara langsung siswa akan memiliki kesempatan untuk membandingkan antara teori dengan kenyataan. Sedangkan metode yang ketiga sifatnya melatih siswa untuk memecahkan masalah yang telah diberikan. Dalam metode ini siswa akan dirangsang untuk lebih kreatif dalam memberikan gagasan, bertukar pikiran dalam mengatasi setiap permasalahan. Namun disisi lain dalam metode ini hanya akan dikuasai oleh 2 atau 3 orang siswa yang memiliki keterampilan berbicara.

2. Multimedia

Media pembelajara merupakan seluruh alat dan bahan yang digunakan untuk mencapai tujuan pendidikan seperti radio, televisi, koran, majalah, buku atau LCD dan lain sebagainya.

Penggunaan media dalam proses pembelajaran juga dapat memberikan pengalaman belajar bagi siswa. Salah satu media pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran yaitu penggunaan media interaktif seperti penggunaan komputer. Dengan bantuan komputer dapat diajarkan cara-cara mencari inforamsi baru, yaitu dengan menyeleksi dan mengolah pertanyaan, sehingga terdapat jawaban terhadap suatu pertanyaan itu. Komputer dapat diprogram untuk dimanfaatkan dalam potensi mengajar dengan tiga cara, yaitu:

a. Tutorial

Dalam hal ini program menuntut komputer untuk berbuat sebagai seorang tutor yang memimpin siswa melalui urutan materi yang mereka harapkan menjadi pokok pengertian. Komputer dapat menemukan lingkup kesulitan tiap siswa, kemudian menjelaskan pendapat-pendapat yang ditemukan siswa, menggunakan contoh dan latihan yang tepat dan mentes siswa pada tiap langkah untuk mencek bagaimana siswa telah mengerti dengan baik.

b. Simulasi

Bentuk kedua pengajaran dengan komputer ialah untuk simulasi pada suatu keadaan khusus, atau sistem di mana siswa dapat berinteraksi. Siswa dapat menyebut informasi, sehingga dapat sampai pada jawabannya, karena mereka berpikir sehat, mencobakan interpretasinya dari prinsip-prinsip yang telah ditentukan. Komputer akan menceritakan pada siswa apakah dampak dari keputusannya, terutama tentang reaksi dari kritikan atau pendapatnya.

c. Pengolahan Data

Rowntree (Roestiyah, 2001) menuliskan bahwa dalam hal ini komputer digunakan sebagai suatu penelitian sejumlah data yang luas atau memanipulasi data dengan kecepatan yang tinggi. Siswa dapat meminta kepada komputer untuk meneliti figur-figur tertentu atau menghasilkan grafik dan gambar yang sulit/kompleks. Menurut Hamalik

(2003), ada tiga bentuk penggunaan komputer dalam kelas, yaitu untuk:

- 1) Mengajar siswa menjadi mampu membaca komputer atau Computer literate.
- 2) Mengajarkan dasar-dasar pemrograman dan pemecahan masalah dengan komputer.
- 3) Melayani siswa sebagai alat bantu pembelajaran.

Jadi, dengan ketersediaan metode dan media yang dapat menunjang berlangsungnya proses pembelajaran menyebabkan guru dapat memberikan pengalaman belajar bagi siswa sehingga dapat meningkatkan kompetensi dasar siswa.

Bahan Bacaan 4:

Pandangan Guru Terhadap Pengalaman Belajar

Sejumlah penelitian mengungkapkan bahwa terdapat kaitan yang erat antara pandangan tentang sains, tentang belajar dan tentang mengajar.

1. Pandangan tentang sains

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, terungkap bahwa sains bagi kebanyakan mahasiswa calon guru adalah sekumpulan pengetahuan atau body of knowledge, dimana sains berisi kumpulan fakta hasil observasi dan penelitian yang menjelaskan apa, mengapa, dan bagaimana suatu fenomena terjadi. Menurut Aguirre dan Haggerty, 1990; Gustafson dan Rowell, 1995 melaporkan bahwa sebagian besar respon mahasiswa jatuh dalam kategori discovering yang didalamnya tercakup sains sebagai suatu kumpulan pengetahuan (body of knowledge) dan sains sebagai suatu proses. Menurut Bloom(dalam Widodo, 1997), menyatakan bahwa sains dijadikan sebagai studi mengenai alam sekitar kita. Penelitian yang dilakukan oleh Ari Widodo terhadap mahasiswa calon guru dan guru sekolah lanjutan juga mengungkapkan hasil yang senada dimana sebagian besar guru dan mahasiswa calon guru menyatakan bahwa sains adalah ilmu tentang alam dan bahwa sains merupakan kumpulan fakta, pengetahuan dan informasi

Pandangan lain tentang sains yaitu hadir dari dua orang ahli (Cain dan Evans, 1990) menyatakan bahwa sains mengandung 4 hal, yaitu: konten atau produk, proses atau metode, sikap dan teknologi. Sains sebagai konten atau produk berarti bahwa dalam sains terdapat fakta-fakta, hukum-hukum, prinsip-prinsip dan teori-teori yang sudah diterima kebenarannya. Sains sebagai proses atau metode berarti bahwa sains merupakan suatu proses atau metode untuk mendapatkan pengetahuan. Sains sebagai sikap artinya bahwa dalam sains terkandung sikap seperti tekun, terbuka, jujur dan objektif, sedangkan jika sains sebagai teknologi mengandung pengertian bahwa sains mempunyai keterkaitan dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

2. Pandangan tentang Belajar

Faktor lain yang mempengaruhi pandangan guru terhadap pengalaman belajar yaitu pandangan guru terhadap belajar. Penelitian yang dilakukan oleh Aguirre dan Haggerty, 1995; Gustavson dan Rowell, 1995; Ari Widodo, 1997, mengungkapkan bahwa sebagian besar guru dan mahasiswa calon guru berpendapat bahwa belajar adalah mencari informasi atau pengetahuan baru dari sesuatu yang sudah ada di alam.

3. Pandangan tentang Mengajar

Walaupun jumlah penelitian tentang konsepsi mahasiswa calon guru tentang mengajar sains belum banyak dilakukan namun penelitian yang dilakukan oleh Aguirre dkk (1990) dan Ari Widodo 1997 mengungkapkan bahwa peran guru sebagai sumber informasi dan, pengetahuan merupakan peran yang banyak disebutkan oleh guru dan mahasiswa

Pandangan guru tentang sains, belajar dan mengajar ternyata saling berkaitan satu sama lain. Oleh karena itu, banyak guru yang mengajar dengan metode berceramah sebab bagi mereka sains adalah sekumpulan pengetahuan yang harus ditransfer kepada siswa.

Cara Merumuskan Pengalaman Belajar yang Sesuai

Untuk merumuskan pengalaman belajar guru hendaknya memperhatikan beberapa faktor antara lain :

1. Karakteristik konsep yang diajarkan

Karakteristik konsep yang dimaksud adalah tuntutan dan tuntunan yang sudah melekat untuk tiap konsep. Sebagai contoh, konsep evolusi yang berarti perubahan secara perlahan-lahan dalam waktu yang sangat lama, memberikan petunjuk bahwa pengalaman belajar yang paling tepat dengan mengobservasi dan menganalisis bukti-bukti evolusi.

2. Kesiapan Siswa

Faktor kedua yang harus diperhatikan dalam memilih pengalaman belajar adalah kesiapan siswa. Guru hendaknya mempertimbangkan kesiapan siswa. Untuk itu guru hendaknya juga memperhatikan tingkat perkembangan, terutama perkembangan kognitif. Apabila tingkat berfikir siswa diperkirakan masih pada tingkat konkret, tentunya konsep tersebut akan sulit dipahami siswa apabila hanya lewat penjelasan. Siswa yang demikian tentunya akan lebih baik apabila pengalaman belajarnya adalah pengalaman belajar langsung dengan objek nyata.

3. Fasilitas yang tersedia

Faktor ketiga yang juga penting dipertimbangkan guru adalah ketersediaan alat. Guru tentunya tidak bisa merancang alat suatu kegiatan yang akan menggunakan alat atau bahan yang tidak dapat diperolehnya. Untuk itu dalam merancang pengalaman belajar guru harus mempertimbangkan betul ketersediaan alat dan bahan yang dibutuhkannya. Misalnya guru yang mengajar disekolah yang terletak disuatu pegunungan jauh dari laut dan tidak mempunyai awetan ganggang laut, tentunya tidak tepat apabila guru tersebut merancang pengalaman belajar siswa dengan observasi langsung terhadap ganggang air laut.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi penentuan pengalaman belajar? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-10.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Penentuan Pengalaman Belajar

Saudara akan mendiskusikan bagaimanaPenentuan Pengalaman Belajar. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Pengalaman Belajar?
2. Untuk Apa Saudara melakukan Penentuan Pengalaman Belajar?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu Penentuan Pengalaman Belajar?
4. Apa sajakah yang perlu dipersiapkan dalam menentukan Pengalaman Belajar?Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-11

E. Rangkuman

Pengalaman belajar adalah sejumlah aktivitas siswa yang dilakukan untuk memperoleh informasi dan kompetensi baru sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai

Pertimbangan-pertimbangan yang menentukan pengalaman belajar adalah sebagai berikut:

1. Sesuai dengan tujuan atau kompetensi yang akan dicapai
2. Sesuai dengan jenis bahan atau materi pelajaran
3. Ketersediaan sumber belajar.
4. Pengalaman belajar harus sesuai dengan karakteristik siswa

Tahapa-tahap dalam pengembangan belajar adalah Tahap prainstruksional, Tahap instruksional, Tahap penilaian dan tindak lanjut.

F. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian strategi pembelajaran yang Saudara ketahui!
Mengapa strategi pembelajaran itu sangat diperlukan dalam proses belajar mengajar berdasarkan pengalaman yang Saudara miliki?
2. Jelaskan perbedaan antara pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran

Istilah Pembelajaran	Pengertian	Contoh
Pendekatan pembelajaran		
Strategi Pembelajaran		
Metode Pembelajaran		
Teknik pembelajaran		

3. Jelaskan kelebihan dan kekurangan dari metode pembelajaran yang Saudara ketahui!

Metode pembelajaran	Kelebihan	Kekurangan
Ceramah		
Diskusi		
Simulasi		
Tugas dan Resitasi		
Tanya Jawab		
Kerja Kelompok		
<i>Problem Solving</i>		
Karyawisata		
Demonstrasi		

4. Sebutkan jenis-jenis strategi pembelajaran dan jelaskan langkah-langkahnya!

Strategi Pembelajaran	Pengertian	Langkah-langkah	Contoh

- Prinsip-prinsip apa saja yang harus diperhatikan dalam memilih strategi pembelajaran, jelaskan!
- Tliskan kegiatan belajar peserta diklat/pelatihan dalam siklus eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi!

G. Kunci Jawaban

Jawaban pertanyaan

- Jawab : Strategi Pembelajaran adalah pola umum perbuatan guru siswa di dalam perwujudan kegiatan belajar mengajar. Hal ini mengandung arti bahwa interaksi belajar mengajar berlangsung dalam suatu pola yang digunakan bersama oleh guru dan siswa. Dalam pola tersebut tentu terkandung bentuk-bentuk rangkaian perbuatan atau kegiatan guru dan siswa yang mengarah pada tercapainya tujuan-tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya.
- Jawab:

Istilah Pembelajaran	Pengertian	Contoh
Pendekatan pembelajaran	Pendekatan (approach) dapat dipandang sebagai suatu rangkaian tindakan yang terpola atau terorganisir berdasarkan prinsip-prinsip tertentu (misalnya dasar filosofis, prinsip psikologis, prinsip didaktis, atau prinsip ekologis), yang terarah secara sistematis pada tujuan-tujuan yang hendak dicapai	Pendekatan deduktif Pendekatan proses Pendekatan konsep Pendekatan induktif
Strategi	Strategi merupakan usaha	seorang guru yang

Pembelajaran	untuk memperoleh kesuksesan dan keberhasilan dalam mencapai tujuan	mengharapkan hasil baik dalam proses pembelajaran juga akan menerapkan suatu strategi agar hasil belajar siswanya mendapat prestasi yang terbaik
Metode Pembelajaran	metode adalah cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal	Metode ceramah Demonstrasi Metode diskusi dan lain lain
Teknik pembelajaran	teknik pengajaran atau mengajar adalah daya upaya, usaha-usaha, cara-cara yang digunakan guru untuk melaksanakan pengajaran atau mengajar di kelas pada waktu tatap muka dalam rangka menyajikan dan memantapkan bahan pelajaran agar tercapai tujuan pembelajaran	1) Teknik ceramah 2) Teknik tanya jawab 3) Teknik ramu pendapat 4) Teknik pemberian tugas 5) Teknik latihan 6) Teknik inkuiri 7) Teknik demonstrasi 8) Teknik simulasi

3. Jawab:

Metode pembelajaran	Kelebihan	Kekurangan
Ceramah	Melalui ceramah, guru dapat mengontrol keadaan kelas, oleh karena sepenuhnya kelas merupakan tanggung jawab guru yang memberikan ceramah.	Melalui ceramah, sangat sulit untuk mengetahui apakah seluruh siswa sudah mengerti apa yang dijelaskan atau belum. Walaupun ketika siswa diberi kesempatan untuk bertanya, dan tidak

		ada seorang pun yang bertanya, semua itu tidak menjamin siswa seluruhnya sudah paham
Diskusi	Dapat melatih untuk membiasakan diri bertukar pikiran dalam mengatasi setiap permasalahan.	Kadang-kadang pembahasan dalam diskusi meluas, sehingga kesimpulan menjadi kabur
Simulasi	Simulasi dapat dijadikan sebagai bekal bagi siswa dalam menghadapi situasi yang sebenarnya kelak, baik dalam kehidupan keluarga, masyarakat, maupun menghadapi dunia kerja.	Pengalaman yang diperoleh melalui simulasi tidak selalu tepat dan sesuai dengan kenyataan di lapangan
Tugas dan Resitasi	Tugas yang diberikan kepada siswa hendaknya mempertimbangkan, tujuan yang akan dicapai, jenis tugas dan tepat, sesuai dengan kemampuan siswa, ada petunjuk yang dapat membantu dan sediakan waktu yang cukup.	
Tanya Jawab	Untuk mengetahui sampai sejauh mana materi pelajaran yang telah dikuasai oleh siswa.	
Kerja Kelompok	Perbedaan individual dalam kemampuan belajar, terutama bila kelas itu sifatnya	

	heterogin dalam belajar.	
<i>Problem Solving</i>	Ada masalah yang jelas untuk dipecahkan. Masalah ini harus tumbuh dari siswa sesuai dengan taraf kemampuannya	
Karyawisata	Membagi tugas tiap topik kepada guru tersebut, sehingga masalah bimbingan pada siswa terarah dengan baik.	
Demonstrasi	Melalui metode demonstrasi terjadinya verbalisme akan dapat dihindari, sebab siswa disuruh langsung memperhatikan bahan pelajaran yang dijelaskan	Demonstrasi memerlukan peralatan, bahan-bahan, dan tempat yang memadai yang berarti penggunaan metode ini memerlukan pembiayaan yang lebih mahal dibandingkan dengan ceramah.

4. Jawab:

Strategi Pembelajaran	Pengertian	Langkah-langkah	Contoh
Metode	Metode merupakan upaya untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal		
Pendekatan	Pendekatan (<i>approach</i>)		

	merupakan titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran. Strategi dan metode pembelajaran yang digunakan dapat bersumber atau tergantung dari pendekatan tertentu		
Teknik	Teknik adalah cara yang dilakukan seseorang dalam rangka mengimplementasikan suatu metode		
Taktik	Taktik adalah gaya seseorang dalam melaksanakan suatu teknik atau metode tertentu		

5. Jawab: Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dalam memilih strategi pembelajaran, Tahap prainstruksional adalah tahapan yang ditempuh guru pada saat ia memulai proses belajar dan mengajar. Tahap kedua adalah tahap pengajaran atau tahap inti, yakni tahapan memberikan bahan pelajaran yang telah disusun guru sebelumnya. Tahap yang ketiga adalah tahap evaluasi atau penilaian dan tindak lanjut dalam kegiatan pembelajaran.
6. Jawab: siklus eksplorasi : menggali informasi dengan membaca, berdiskusi, atau percobaan, mengumpulkan dan mengolah data. Siklus elaborasi :melaporkan hasil eksplorasi secara lisan atau tertulis, baik secara individu maupun kelompok, menanggapi laporan atau pendapat teman, mengajukan argumentasi dengan santun. Siklus konfirmasi : melakukan refleksi terhadap pengalaman belajarnya

LEMBAR KERJA KB-1

LK - 10

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi penentuan pengalaman belajar? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LK – 11

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Pengalaman Belajar?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Untuk Apa Saudara melakukan Penentuan Pengalaman Belajar?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu Penentuan Pengalaman Belajar?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa sajakah yang perlu dipersiapkan dalam menentukan Pengalaman Belajar? Mengapa!

II. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-2

Menganalisis spesifikasi teknis peralatan proteksi sistem tenaga listrik

A. Tujuan

1. Guru/ peserta Diklat/pelatihan dapat menjelaskan peralatan-peralatan utama proteksi sistem tenaga listrik.
2. Guru/ peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan peralatan–peralatan penunjang pada proteksi sistem tenaga listrik.
3. Guru/ peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan bentuk dan spesifikasi dari peralatan utama dan peralatan penunjang dari proteksi sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari menganalisis spesifikasi teknis peralatan proteksi sistem tenaga listrik adalah Spesifikasi peralatan proteksi sistem tenaga listrik dapat dianalisis dengan benar.

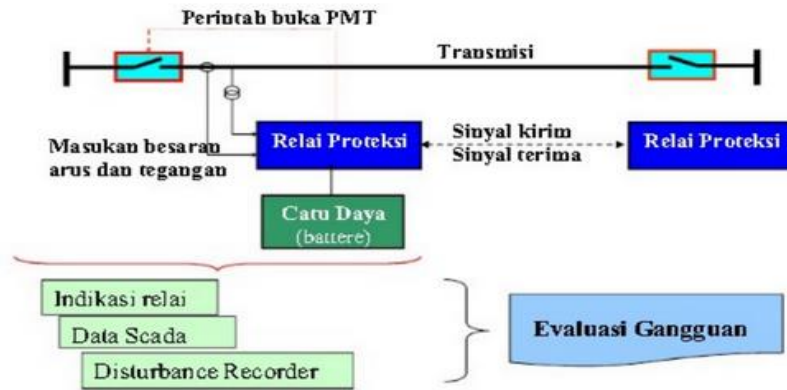
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Peralatan utama sistem proteksi

Sistem Proteksi pada jaringan distribusi didukung oleh beberapa peralatan utama. Peralatan utama ini lah yang berfungsi langsung mengatasi gangguan dan mengisolasi bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih dapat beroperasi dengan baik. Diagram peralatan proteksi secara umum ditunjukkan pada Gambar 2.1

PERALATAN PROTEKSI



Gambar 2.1 Diagram Peralatan Proteksi

Dari Gambar 2.1 terlihat bahwa peralatan utama sistem proteksi ini terdiri atas:

a. Instrumen pengukuran

Instrumen pengukuran adalah peralatan proteksi yang berfungsi melakukan pembacaan besaran arus dan tegangan dan meneruskan informasi ini ke relai proteksi. Jika besaran arus dan jaringan pada jaringan melewati setelan yang telah dipasang pada relai dimana menandakan terjadinya gangguan, maka relai atau circuit breaker akan segera memutus dan mengisolasi jaringan yang mengalami gangguan tersebut. Instrument pengukuran ini dapat berupa trafo arus (current transformer/CT) dan trafo tegangan (voltage transformer/VT).

1) Trafo Arus (CT)

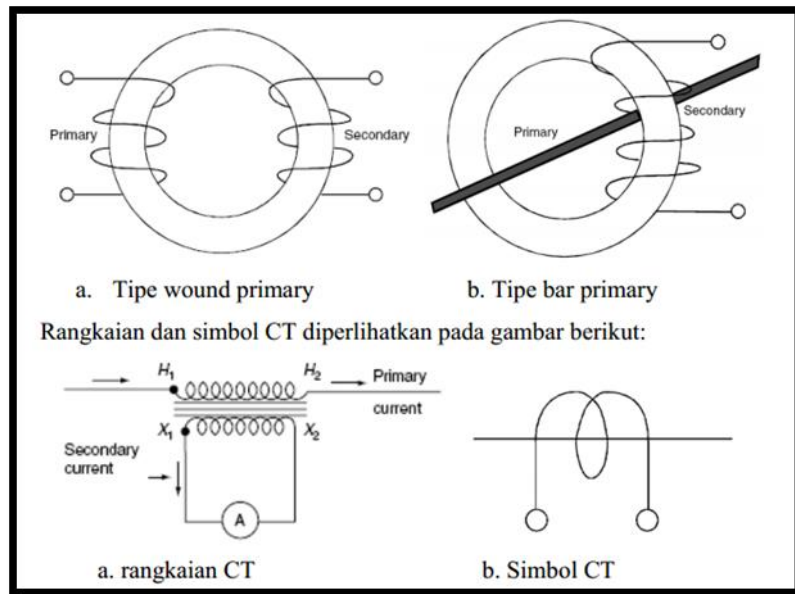
Trafo arus merupakan trafo yang dipergunakan untuk mentransformasikan arus atau menurunkan arus besar pada tegangan tinggi menjadi arus kecil pada tegangan rendah untuk keperluan pengukuran dan pengamanan. Kumputan primernya dihubungkan secara seri dengan beban yang akan diukur atau dikendalikan. Beban inilah yang menentukan besarnya arus yang mengalir ke trafo tersebut. Kumputan sekundernya dibebani impedansi konstan dengan syarat tertentu. Fluks inti dan arus

yang mengalir pada rangkaian sekunder akan tergantung pada arus primer. Trafo ini juga disebut dengan trafo seri.

Trafo arus terdiri atas dua tipe:

- a) Tipe wound primary
- b) Tipe bar primary

Perbedaan kedua jenis tipe ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Tipe Rangkaian Trafo Arus CT

Klasifikasi CT (Berdasarkan IEC 44-1:

Class 0,2 S and 0,2 digunakan untuk pengukuran dengan presisi tinggi

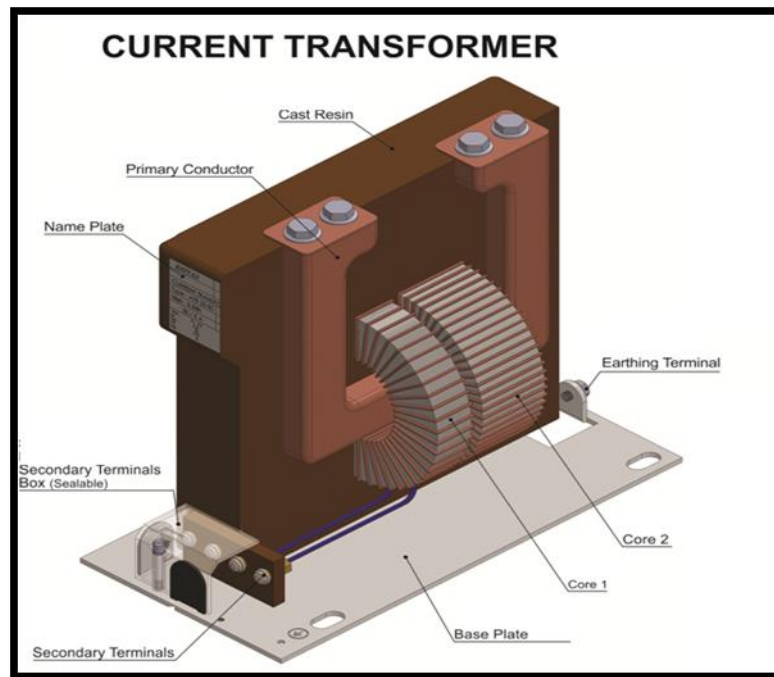
Class 0,5 and 0,5 S digunakan untuk pengukuran normal

Class 1,0 and 3 digunakan untuk pengukuran instrument dan statistik

Class 5P and 10P digunakan pada relai proteksi, contoh spesifikasi penulisan 5P20 (20 menyatakan faktor limit akurasi terhadap arus rating).

Class TPX, TPY and TPZ digunakan untuk kondisi transient dimana TPY and TPZ dilengkapi dengan celah udara dan inti yang benar.

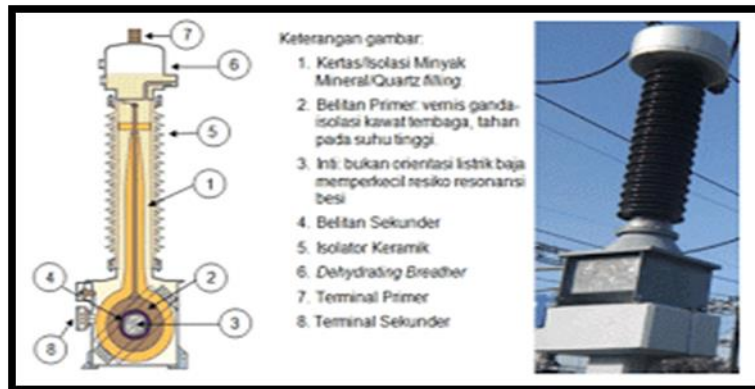
Pada Gambar 2.3 berikut menggambarkan trafo arus dan beberapa bagian utamanya.



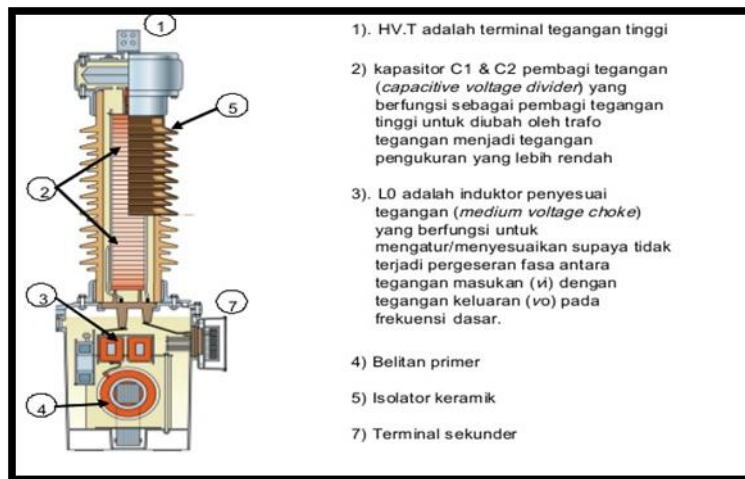
Gambar 2.3 Trafo arus

2) Trafo Tegangan (VT)

Trafo tegangan dalam sistem tiga fasa mengukur tegangan antara dua konduktor atau tegangan antara satu konduktor dengan tanah. Menurut standar, trafo tegangan mensuplai tegangan 100V, atau juga $100V/\sqrt{3}$ pada sisi sekunder dalam kondisi operasi teraan (rating operation). Rasio tranformator teraan $K_N = U_{1N}/U_{2N}$ diberikan dalam bentuk fraksi (misalnya 200.000 V / 100 V), seperti pada trafo arus. Trafo tegangan didesain untuk pemakaian pada beban resistansi tinggi karena itu tidak pernah dihubung singkat pada sisi sekundernya. Tidak seperti pada trafo arus, sisi sekunder trafo tengangan dapat diproteksi dengan fuse.



Gambar 2.4 Kontruksi Trafo Tegangan Magnetik

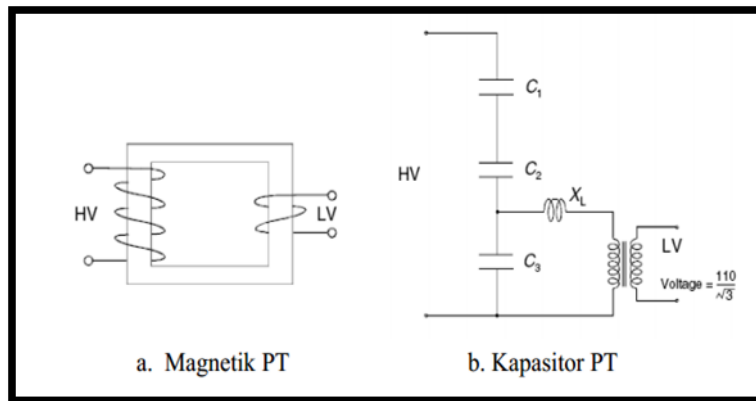


Gambar 2.5 Kontruksi Trafo Tegangan Kapasitif

Trafo tegangan terdiri dari dua tipe yaitu magnetik dan kapasitor yang masing masingnya punya karakteristik yang berbeda. Bagian-bagian kontruksi trafo tegangan magnetik ditunjukkan pada Gambar 2.4 dan kontruksi trafo tegangan kapasitif ditunjukkan Gambar 2.5.

Magnetik PT dibedakan dari trafo daya dalam pendinginan dan ukuran konduktor, outputnya ditetapkan dengan ketepatan peralatan yang lebih baik dari pada dengan limit pengoprasian temperature, sejak isolasi peralatan disamakan untuk power trafo harga magnetik PT untuk Circuit 100 KV menjadi dilarang, sekarang dalam prakteknya untuk menurunkan V_L , tegangan kapasitansi dibagi sebelum digunakan untuk trafo tegangan.

Rating tegangan bagan primer PT bisa demikian setelah diturunkan $100V_L$. Kapasitor PT biasanya dipilih untuk stasiun indoor untuk menghindari bahaya api. Gambar 2.6 menunjukkan rangkaian magnetik dan kapasitor PT:



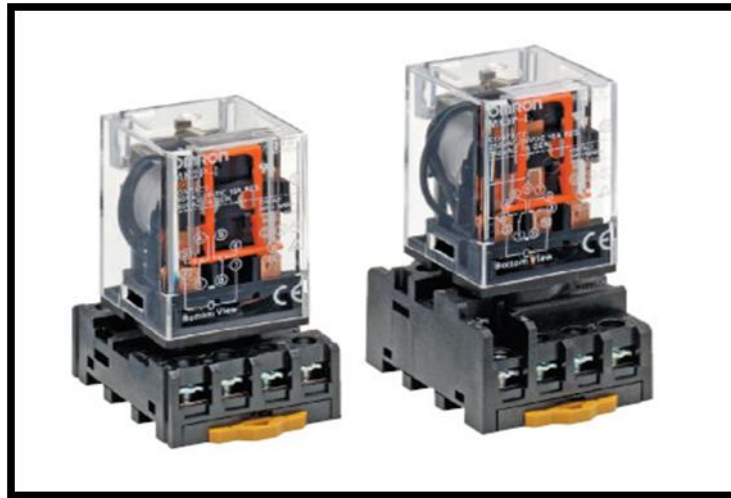
Gambar 2.6 Rangkaian Magnetik dan Kapasitor PT

b. Peralatan pemutus rangkaian

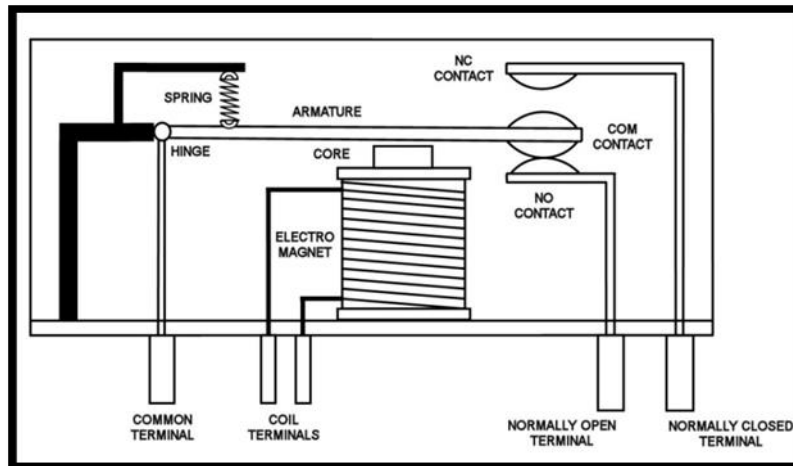
Peralatan pemutus rangkaian adalah peralatan proteksi yang berfungsi mengisolasi jaringan yang mengalami gangguan. Relai proteksi, circuit breaker dan fuse termasuk dalam kategori ini.

1) Relai

Relai adalah alat yang memproteksi sistem tenaga listrik dengan cara mendeteksi gangguan yang terjadi pada saluran, jika terjadi gangguan maka relai akan memberikan suplay daya kepada rangkaian proteksi untuk memutuskan arus yang menyebabkan gangguan tersebut. Gambar dan bentuk rangkaian pada relai ditunjukkan pada Gambar 2.7 dan Gambar 2.8.



Gambar .2.7 Relai Magnetik



Gambar 2.8 Kontruksi Relai Elektromekanik pada Posisi NO (Normally Open)

Klasifikasi relai

Berdasarkan besaran input :

- a) Arus [I] : Relai Arus lebih [OCR], Relai Arus kurang [UCR]
- b) Tegangan [V] : Relai Tegangan lebih [OVR], Relai Tegangan kurang [UVR]
- c) Frekuensi [F] : Relai Frekuensi lebih [OFR], relai Frekuensi kurang [UFR]
- d) Daya [P;Q] : Relai daya Max / Min, relai arah/ directional, Relai daya baik.
- e) Impedansi [Z] : Relai jarak [Distance]

f) Beda Arus : Relai diferensial

Berdasarkan karakteristik waktu kerja :

- a) Seketika [Relai Instant/ moment/ High speed]
- b) Penunda waktu [time delay] Definite time delay , inverse time delay
- c) Kombinasi instant dengan tundaan waktu

Berdasarkan jenis kontak :

- a) Relai dengan kontak dalam keadaan normal terbuka (normally open contact)
- b) Relai dengan kontak dalam keadaan normal tertutup (normally close contact)

Berdasarkan fungsi :

- a) Relai Proteksi
- b) Relai monitor
- c) Relai programming : Reclosing Relai, Synchro check relai
- d) Relai pengaturan (regulating relai)
- e) Relai bantu : sealing unit, lock out relai, closing relai dan tripping relai.

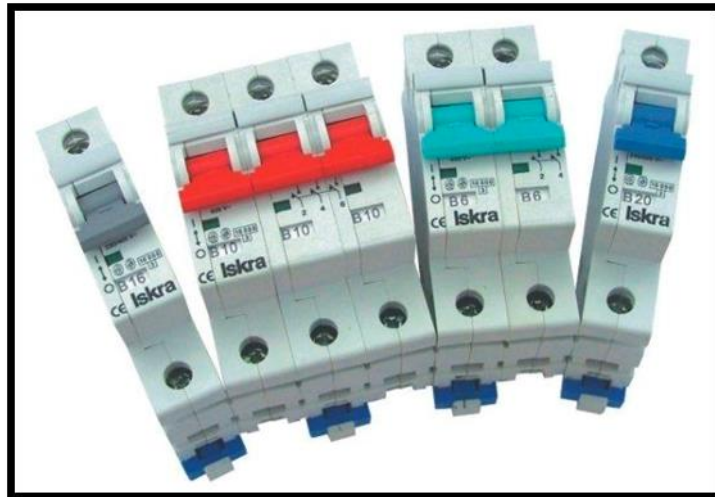
Berdasarkan prinsip kerja:

- a) Tipe Elektromekanis
 - Tarikan magnet ; tipe plunger, tipe hinged armature, tipe tuas seimbang
 - Induksi : tipe saded pole, tipe KWH, tipe mangkok (cup)
- b) Tipe termis
- c) Tipe Gas ; Relai buchholz
- d) Tipe tekan ; Pressure relai
- e) Tipe statik (Elektronik)

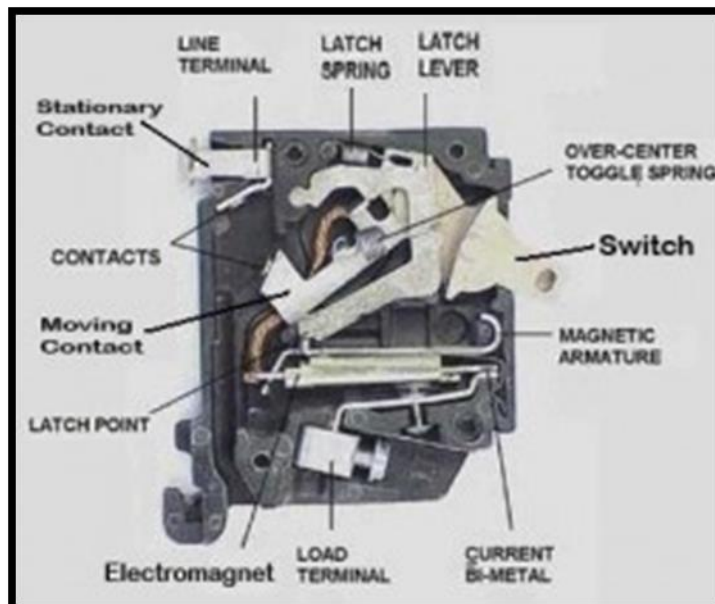
2) Circuit Breaker (CB)

Circuit breaker merupakan perangkat pengaman arus lebih yang bekerja membuka dan menutup rangkaian secara non-otomatis dan memutus rangkaian secara otomatis ketika arus yang mengalir dirangkaian melebihi rating arus yang telah ditentukan tanpa menimbulkan kerusakan pada peralatan (CB

dan rangkaian) pada saat terjadi gangguan. Contoh Circuit Breaker (CB) dan konstruksinya ditunjukkan pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



Gambar 2.9 Circuit Breaker (CB)



Gambar 2.10 Kontruksi Circuit Breaker

Klasifikasi Circuit Breaker

Berdasarkan Pemakaian

- a) LVCB (Low Voltage Circuit Breaker, < 600 V)
- b) MVCB (Medium Voltage Circuit Breaker 600 V – 1000V)

c) HVCB (High Voltage Circuit Breaker, > 1000 V)

Berdasarkan Kontruksi :

a) MCCB (Molded Case circuit Breaker)

MCCB merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat untuk penghubung.

Jika dilihat dari segi pengaman, maka MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. Pada jenis tertentu pengaman ini, mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 2.11 MCCB (Mold Case Circuit Breaker)

Keterangan

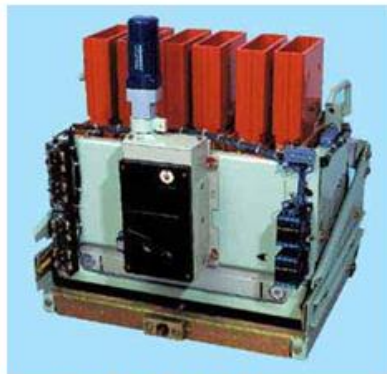
1. Bahan BMC untuk bodi dan tutup
2. Peredam busur api
3. Blok sambungan untuk pemasangan ST dan VT
4. Penggerak lepas sambung
5. Kontak bergerak
6. Data kelistrikan dan pabrik pembuat
7. Unit magnetik trip

b) ICCB (Insulated case Circuit Breaker)

Berdasarkan Medium :

a) ACB (Air Circuit Breaker) Medium pemutus udara

ACB (Air Circuit Breaker) merupakan jenis circuit breaker dengan sarana pemadam busur api berupa udara. ACB dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Udara pada tekanan ruang atmosfer digunakan sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses switching maupun gangguan.



sumber : www.global-b2b-network.com

x **LV-ACB:**

$U_e = 250V$ dan $660V$

$I_e = 800A-6300A$

$I_{cn} = 45kA-170kA$

x **LV-ACB:**

$U_e = 7,2kV$ dan $24kV$

$I_e = 800A-7000A$

$I_{cn} = 12,5kA-72kA$

Gambar 2.12 ACB (Air Circuit Breaker)

b) OCB (Oil Circuit Breaker) Medium pemutus minyak

Oil Circuit Breaker adalah jenis CB yang menggunakan minyak sebagai sarana pemadam busur api yang timbul saat terjadi gangguan. Bila terjadi busur api dalam minyak, maka minyak yang dekat busur api akan berubah menjadi uap minyak dan busur api akan dikelilingi oleh gelembung-gelembung uap minyak dan gas. Gas yang terbentuk tersebut mempunyai sifat thermal conductivity yang baik dengan tegangan ionisasi tinggi sehingga baik sekali digunakan sebagai bahan media pemadam loncatan bunga api.

Sumber : www.toshiba.co.jp



Gambar 2.13 OCB (Oil Circuit Breaker)

c) SF6CB (Sulfur Circuit Breaker) Medium pemutus gas (SF6)

SF6 CB adalah pemutus rangkaian yang menggunakan gas SF6 sebagai sarana pemadam busur api. Gas SF6 merupakan gas berat yang mempunyai sifat dielektrik dan sifat memadamkan busur api yang baik sekali. Prinsip pemadaman busur apinya adalah Gas SF6 ditiupkan sepanjang busur api, gas ini akan mengambil panas dari busur api tersebut dan akhirnya padam. Rating tegangan CB adalah antara 3.6 KV – 760 KV.



Gambar 2.14 SF6CB (Sulfur Circuit breaker)

d) VCB (Vacum Circuit Breaker) Medium pemutus hampa udara

Vacuum circuit breaker memiliki ruang hampa udara untuk memadamkan busur api, pada saat circuit breaker terbuka (open) sehingga dapat mengisolir hubungan setelah bunga api terjadi, akibat gangguan atau sengaja dilepas. Salah satu tipe dari circuit breaker adalah recloser. Recloser hampa udara dibuat untuk memutuskan dan menyambung kembali arus bolak-balik pada rangkaian secara otomatis. Pada saat melakukan pengesetan besaran waktu sebelumnya atau pada saat recloser dalam keadaan terputus yang kesekian kalinya, maka recloser akan terkunci (lock out) sehingga recloser harus dikembalikan pada posisi semula secara manual.



Gambar 2.15 VCB (Vacum Circuit Breaker)

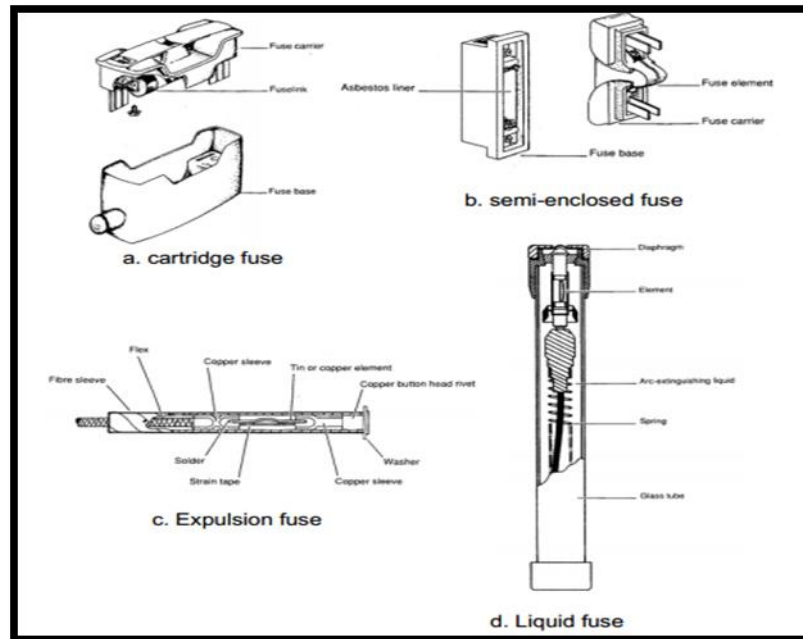
3) Fuse (Pelebur)

Fuse adalah alat yang memproteksi sistem tenaga listrik dengan cara mendeteksi gangguan yang terjadi pada saluran berdasarkan seting nilai tertentu. Jika terjadi gangguan yang melewati batas setting yang telah ditentukan maka fuse akan secara langsung memutuskan arus yang menyebabkan gangguan tersebut dengan mekanisme meleburnya elemen fuse yang menghubungkan sistem tersebut.

Klasifikasi Fuse

Berdasarkan kontruksinya:

Klasifikasi fuse menurut kontruksi fisiknya diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 2.16 Klasifikasi Fuse Menurut Kontruksi Fisik

Berdasarkan rating (kapasitas pemutusan)

Berdasarkan ratingnya, standart EEI-NEMA mengelompokkan fuse kedalam 3 tipe yaitu:

- a) Tipe E : merupakan fuse dengan rating tegangan 2,4 kV – 161 KV , biasanya digunakan sebagai pengaman pada trafo maupun pengaman back up CB.
- b) Tipe K :merupakn fuse dengan kecepatan lebur tinggi dengan rating arus 6 A – 200 A, biasanya digunakan pada percabangan sistem distribusi.
- c) Tipe T merupakan fuse dengan kecepatan lebur rendah dengan rating dibawah 6 A, digunakan pada percabangan yang mensuplai motor yang membutuhkan waktu tunda untuk arus seting.

Masing masing perusahaan produsen fuse memiliki tingkat rating tersendiri yang mengacu kepada ketiga fuse diatas, sehingga untuk keperluan proteksi dibutuhkan katalog khusus yang memuat informasi rating, rasio koordinasi dan jenis fuse yang sesuai untuk aplikasi proteksi tertentu.

Bahan Bacaan 2:

Peralatan Penunjang Sistem Proteksi

Peralatan penunjang merupakan komponen tambahan yang tidak terkait langsung dengan pemutusan (perlindungan) terhadap sistem yang diproteksi. Namun demikian, peralatan penunjang ini berperan untuk menjamin bahwa peralatan proteksi terpasang dapat beroperasi dengan baik dalam kondisi gangguan dalam bentuk apapun. Peralatan penunjang pada sistem proteksi dapat berupa : suplay DC, saluran telekomunikasi dan arister.

a. Suplay DC

Suplai DC merupakan peralatan penunjang yang memberikan suplay daya ke sistem relai yang pada umumnya memerlukan input daya DC. Penggunaan sistem suplay daya DC ini bertujuan untuk menjaga kontinuitas perlindungan dari peralatan proteksi terhadap sistem meskipun suplay utama terputus. Suplay DC ini biasanya berupa batrai yang terhubung keperangkat relai melalui rangkaian suplai daya. Jenis batrai yang digunakan ada 2 tipe:

1) Lead acid type

Tipe ini berupa batrai elemen basah, dimana zat elektrolit batrainya merupakan cairan. Batrai ini memerlukan perawatan lebih intensif.

2) Nickel cadmium type.

Berupa batrai elemen kering, dimana zat elektrolitnya berupa pasta kering sehingga tidak dibutuhkan perawatan intensif.

b. Saluran Telekomunikasi

Saluran telekomunikasi merupakan peralatan penunjang yang menyediakan fasilitas telekomunikasi pada sistem proteksi. Saluran ini dapat dipergunakan untuk monitoring keadaan sistem dan dapat dikembangkan untuk pengendalian jarak jauh. Komponen utamanya terdiri atas:

1) RTU (Remote Terminal Unit)

2) Interfacing Card

3) Modem

4) CPU

5) Perangkat lunak sistem

Berbagai sistem telah dikembangkan untuk pemanfaatan saluran telekomunikasi untuk keperluan monitoring dan pengendalian jarak jauh, salah satunya yang umum digunakan pada sistem distribusi PLN adalah SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

c. Arester

Arister petir disingkat arester, atau sering juga disebut penangkap petir adalah alat pelindung bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap sambaran petir. Ia berlaku sebagai jalan pintas sekitar isolasi. Arester membentuk jalan yang mudah dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan. Jalan pintas itu harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran arus daya sistem 50 Hz.

Klasifikasi arester

1) Arester dengan celah udara (*Gapped Type surge Arrester*)

Merupakan tipe konvensional dimana arester memiliki celah untuk mencegah terbentuknya busur api pada saat operasi normal, terdiri atas beberapa tipe : tipe expulsion, tipe spark gap dan tipe katup

2) Arester tanpa celah (*Gappless Type surge arrester*)

Merupakan tipe yang banyak digunakan sampai sekarang, dikembangkan dari material semikonduktor seperti ZnO yang berfungsi sebagai pengganti celah.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!

3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-20. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menganalisis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Analisis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara Analisis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik ?
4. Apakah sajakah Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik yang perlu di analisis/dikaji? Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-21

Aktivitas 2. Menganalisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Analisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-21

E. Rangkuman

Instrumen pengukuran adalah peralatan proteksi yang berfungsi melakukan pembacaan besaran arus dan tegangan dan meneruskan informasi ini ke relai proteksi. Jika besaran arus dan jangin pada jangin melewati setelan yang telah dipasang pada relai dimana menandakan terjadinya gangguan, maka relai atau circuit breaker akan segera memutuskan dan mengisolasi jangin yang mengalami gangguan tersebut. Instrument pengukuran ini dapat berupa trafo arus (current transformer/CT) dan trafo tegangan (voltage transformer/VT).

Trafo arus merupakan trafo yang dipergunakan untuk mentrasformasikan arus atau menurunkan arus besar pada tegangan tinggi menjadi arus kecil pada tegangan rendah untuk keperluan pengukuran dan pengamanan. Kumparan primernya dihubungkan secara seri dengan beban yang akan diukur atau dikendalikan.

Trafo tegangan dalam sistem tiga fasa mengukur tegangan antara dua konduktor atau tegangan antara satu konduktor dengan tanah. Trafo tegangan didesain untuk pemakaian pada beban resistansi tinggi karena itu tidak pernah dihubungkan singkat pada sisi sekundernya. Tidak seperti pada trafo arus, sisi sekunder trafo tegangan dapat diproteksi dengan fuse.

Peralatan pemutus rangkaian adalah peralatan proteksi yang berfungsi mengisolasi jangin yang mengalami gangguan. Relai proteksi, circuit breaker dan fuse

Peralatan penunjang merupakan komponen tambahan yang tidak terkait langsung dengan pemutusan (perlindungan) terhadap sistem yang di

proteksi. Peralatan penunjang pada sistem proteksi dapat berupa : suplay DC, saluran telekomunikasi dan arister.

F. Tes Formatif

1. Jelaskan dengan singkat mengapa proteksi dibutuhkan !
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan 'Breaking Capacity' atau 'Repturing Capacity' pada sistem proteksi !
3. Jelaskan apa yang dimaksud Sektivitas dan Diskriminasi pada suatu system proteksi !
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan proteksi pendukung (back up protection) pada suatu sistem proteksi !
5. Sebutkan komponen dasar sistem proteksi !
6. Peralatan proteksi dipilih berdasarkan kapasitas arus hubung singkat 'Breaking capacity' atau 'Repturing Capcity'. Selain itu persyaratan apa yang harus dipenuhi oleh sistem proteksi ?

G. Kunci Jawaban

Jawaban Soal Mandiri

1. Untuk mengisolir peralatan yang terganggu agar bagian-bagian yang lainnya tetap beroperasi seperti biasa, Membatasi kerusakan peralatan akibat panas yang berlebihan (overheating) serta pengaruq gaya-gaya mekanik.
2. Kesanggupan untuk menghilangkan gangguan tanpa merusak peralatan proteksi itu sendiri.
3. Kesanggupan sistem dalam mengisolir gangguan pada bagian yang mengalami gangguan saja.
4. Suatu sistem perlindungan berlapis yang dirancang apabila proteksi utama tidak bekerja.
5. Komponen dasar sistem proteksi:
 - a. Circuti breaker
 - b. Relay
 - c. Trafo Arus (CT)

- d. Trafo Tegangan (PT)
 - e. Supply (Batere)
6. Selain itu peralatan proteksi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:
- a. Selektivitas dan Diskriminasi
 - b. Stabilitas
 - c. Kecepatan
 - d. Sensitivitas (kepekaan)
 - e. Operasi
 - f. Realibilitas (keandalan)
 - g. Proteksi pendukung (back up protection)

LEMBAR KERJA KB-2

LK - 20

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LK – 21

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Analisis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa Saudara Analisis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis atau mengkaji Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa sajakah Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik yang perlu di analisis/dikaji? Mengapa!

LK – 22

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Analisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis Spesifikasi Teknis Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

III.KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-3

Menganalisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem

Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan cara instalasi proteksi transmisi sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat/ pelatihan dapat menganalisis gangguan pada instalasi Proteksi sistem tenaga listrik
3. Peserta diklat /pelatihan dapat menjelaskan elemen pada sistem proteksi tenaga listrik
4. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan penggunaan relay pada instalasi sistem proteksi tenaga listrik

B. Indikator pencapaian Kopetensi

Indikator pencapaian kopetensi (IPK) dari mempelajari menganalisis sistem instalasi sistem tenaga listrik adalah dapat menganalisis daya beban sistem instalasi sistem proteksi tenaga listrik.

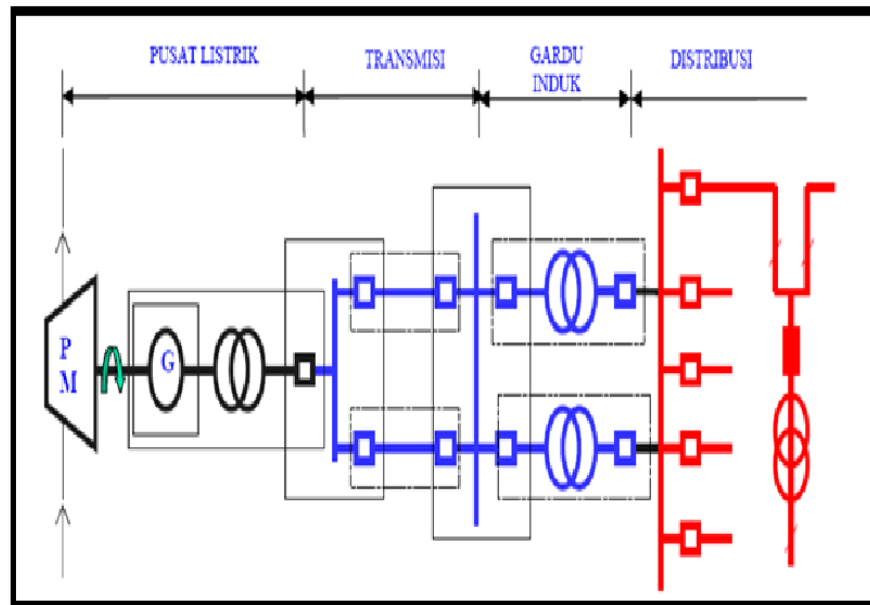
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Pengertian Proteksi Transmisi Tenaga Listrik

Pengertian proteksi transmisi tenaga listrik adalah proteksi yang dipasang pada peralatan-peralatan listrik pada suatu transmisi tenaga listrik sehingga proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik(Power Plant) hingga Saluran distribusi listrik (substation distribution) dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik dengan aman. Proteksi transmisi tenaga listrik diterapkan pada transmisi tenaga listrik agar jika terjadi gangguan peralatan yang berhubungan dengan transmisi tenaga listrik tidak mengalami kerusakan. Ini juga termasuk saat terjadi perawatan dalam kondisi menyala. Jika proteksi bekerja dengan baik maka pekerja

dapat melakukan pemeliharaan transmisi tenaga listrik dalam kondisi bertegangan. Jika saat melakukan pemeliharaan tersebut terjadi gangguan maka pengaman-pengaman yang terpasang harus bekerja demi mengamankan sistem dan manusia yang sedang melakukan perawatan.



Gambar 3.17 Gambar Jaringan Sistem Tenaga Listrik

Tujuan dari sistem proteksi adalah

- a. untuk mengidentifikasi gangguan, memisahkan bagian instalasi yang terganggu dari bagian lain yang masih normal dan sekaligus mengamankan instalasi dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar serta memberikan informasi / tanda bahwa telah terjadi gangguan yang pada umumnya diikuti dengan membukanya PMT.
- b. Pemutus Tenaga (PMT) untuk memisahkan / menghubungkan satu bagian instalasi dengan bagian instalasi lain, baik instalasi dalam keadaan normal maupun dalam keadaan terganggu. Batas dari bagian-bagian instalasi tersebut dapat terdiri dari satu PMT atau lebih. Syarat yang harus dimiliki oleh sebuah sistem proteksi adalah :
 - 1) **Sensitif** : yaitu mampu merasakan gangguan sekecil apapun
 - 2) **Andal** : yaitu akan bekerja bila diperlukan (*dependability*) dan tidak akan bekerja bila tidak diperlukan (*security*)
 - 3) **Cepat** : yaitu mampu bekerja secepat-cepatnya

1. Gangguan pada sistem proteksi

Proteksi ini berbeda dengan pengaman. Jika pengaman suatu sistem berarti sistem tersebut tidak merasakan gangguan sekalipun. Sedangkan proteksi atau pengaman sistem, sistem merasakan gangguan tersebut namun dalam waktu yang sangat singkat dapat diamankan. Sehingga sistem tidak mengalami kerusakan akibat gangguan yang terlalu lama. Gangguan pada transmisi tenaga listrik dapat berupa :

a. Gangguan Sistem

Gangguan non sistem adalah gangguan bukan pada sistem, jenis nya antara lain kerusakan komponen relai, kabel kontrol terhubung singkat dan interferensi / induksi pada kabel kontrol.

b. Gangguan Fasa

Terhubungnya dua fasa atau lebih, secara langsung atau tidak. Meliputi gangguan hubung singkat dua fasa dan tiga fasa. Hubung singkat ditandai dengan: turunnya tegangan sistem dan kenaikan arus dalam waktu yang sangat pendek.

c. Gangguan Tanah

Terhubungnya satu fasa atau lebih dengan tanah, secara langsung atau tidak langsung. (tiang, badan trafo, selubung timah kabel).

2. Elemen proteksi

a. Elemen pembanding

Elemen ini berfungsi menerima besaran setelah terlebih dahulu besaran itu diterima oleh elemen pengindra untuk membandingkan besaran listrik pada saat keadaan normal dengan besaran arus kerja relay

b. Elemen pengindra

Elemen ini berfungsi untuk merasakan besaran-besaran listrik, seperti arus, tegangan, frekuensi, dan sebagainya tergantung relai yang dipergunakan.

c. Elemen pengukur

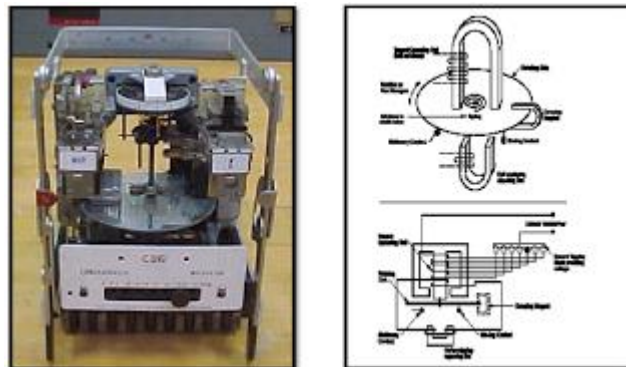
Elemen ini berfungsi untuk mengadakan perubahan secara cepat pada besaran ukurnya dan akan segera memberikan isyarat untuk membuka PMT atau memberikan sinyal.

3. Penggunaan relay pada sistem proteksi

Relay adalah Sebuah alat yang bertugas menerima/mendeteksi besaran tertentu untuk kemudian mengeluarkan perintah sebagai tanggapan (respons) atas besaran yang dideteksinya. Berdasarkan cara mendeteksi besaran:

- a. Relay Primer; besaran yang dideteksi misalnya arus, dideteksi secara langsung.
- b. Relay Sekunder; besaran yang dideteksi, melalui alat-alat bantu misalnya trafo arus/trafo tegangan

Konstruksi Relay terdiri dari dua bagian utama yaitu kumparan magnet dan kumparan induksi ditunjukkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Kontruksi Relai Kumparan Magnet dan Kumparan Induksi

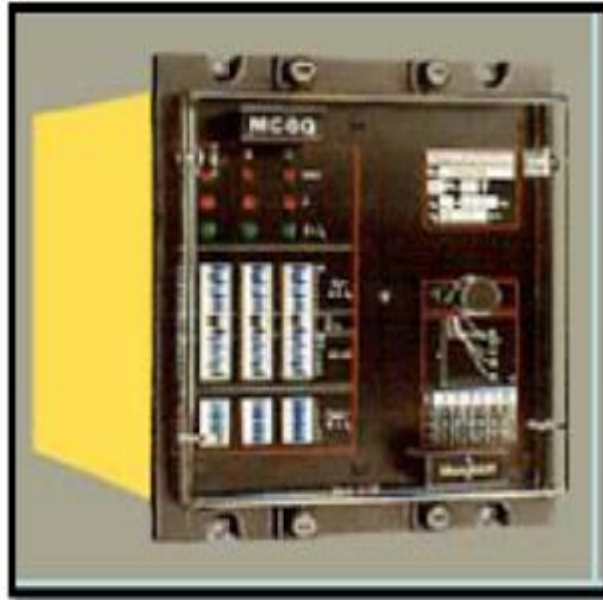
Bahan Bacaan 2:

Jenis jenis Relay

a. Relay arus lebih

Merupakan rele pengaman yang bekerja karena adanya besaran arus dan terpasang pada jaringan tegangan tinggi, tegangan menengah juga pada pengaman transformator tenaga. Rele ini berfungsi untuk

mengamankan peralatan listrik akibat adanya gangguan fasa-fasa. Bentuk fisik rele arus ditunjukkan pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Bentuk Fisik Relay Arus Lebih

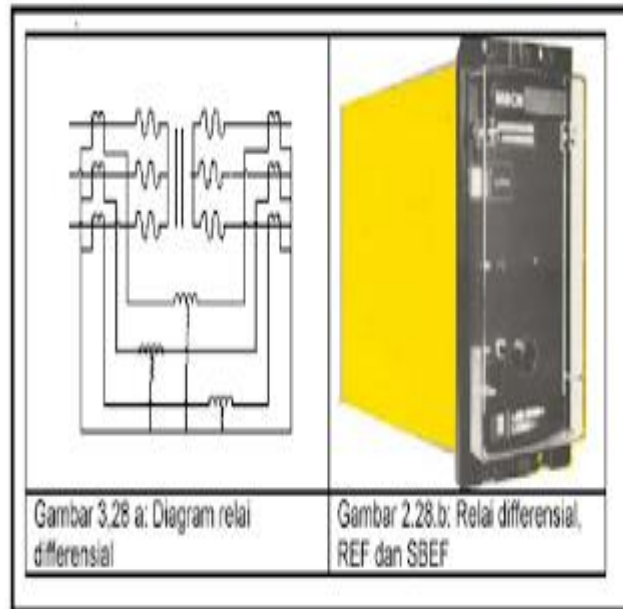
Jenis Relay Arus Lebih:

- 1) Relay invers waktu kerjanya tergantung kepada besarnya arus hubung singkat, makin besar makin cepat. Pada koordinasi antara relay-relay invers berlaku koordinasi arus dan waktu sekaligus.
- 2) Relay Cepat digunakan dalam kombinasi dengan relay definit/invers apabila diperlukan waktu kerja yang lebih cepat misalnya jika terjadi gangguan dengan arus hubung singkat besar.
- 3) Definit bekerjanya tidak tergantung kepada besarnya arus hubung singkat yang melaluinya. Waktu kerjanya disetel tertentu dan biasanya dikoordinasikan dengan waktu kerja pengaman didepan dan dibelakangnya.

b. Relay Diffrensial

Relay Differensial pada prinsipnya adalah sama saja dengan relay arus lebih hanya saja lebih peka karena harus bekerja terhadap arus yang kecil. Perbedaan dengan relay arus lebih terletak pada rangkaian

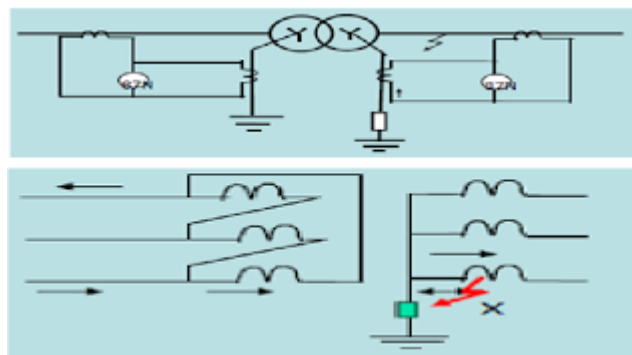
listrik yang bertugas mendeteksi arus. Skema dan gambar fisik relay diferensial ditunjukkan pada Gambar 3.20



Gambar 3.20 Skema dan Bentuk Fisik Relay Diffrensial

c. Relay gangguan tanah terbatas

Rele Gangguan Tanah Terbatas ini berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap tanah didalam daerah pengaman transformator khususnya untuk gangguan didekat titik netral yang tidak dapat dirasakan oleh RELE differential, yang disambung ke instalasi trafo arus (CT) dikedua sisi. Berikut ini gambar single diagram rele gangguan tanag terbatas ditunjukkan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Single diagram Rele Gangguan Tanah Terbatas

d. Relai Bucholtz

Relai Bucholtz berfungsi untuk mendeteksi adanya gas yang ditimbulkan oleh loncatan (bunga) api dan pemanasan setempat dalam minyak transformator. Penggunaan rele deteksi gas (Bucholtz) pada transformator terendam minyak yaitu untuk mengamankan transformator yang didasarkan pada gangguan transformator seperti : arcing, partial discharge, over heating yang umumnya menghasilkan gas. Bentuk fisik dan relay bucholtz ditunjukkan pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Bentuk Fisik dari Relai Bucholtz

e. Relay Jansen

Relai Jansen berfungsi untuk mengamankan pengubah tap (tap changer) dari transformator. Tap changer adalah alat yang terpasang pada trafo berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran (sekunder) akibat beban maupun variasi tegangan pada sistem masukannya (input). Tap changer umumnya dipasang pada ruang terpisah dengan ruang untuk tempat kumparan, dimaksudkan agar minyak tap changer tidak bercampur dengan minyak tangki utama. Untuk mengamankan ruang diverter switch apabila terjadi gangguan pada sistem tap changer ,digunakan pengaman yang biasa disebut :RELE JANSEN (bucholznya Tap changer). Jenis dan tipe rele jansen bermacam-macam bergantung pada merk Trafo: misalnya RS 1000,LF 15,LF 30. Rele jansen dipasang antara tangki tap changer dengan konservator minyak tap changer. Berikut ini bentuk fisik dari relay jansen ditunjukkan pada Gambar 3.23

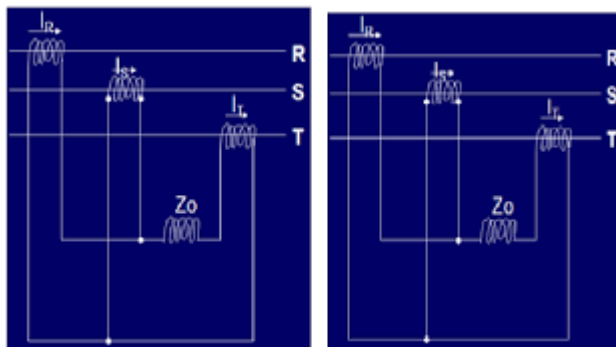


Gambar 3.23. Bentuk Fisik dari Relay Jensen

f. Relai zero sequence current

Konstruksi dan prinsip kerjanya adalah seperti relay arus lebih, hanya rangkaian arusnya yang bertugas mendeteksi arus zero sequence yang berbeda. Juga karena arus zero sequence ini ordenya lebih kecil maka relay arus zero sequence ini juga harus lebih peka dari relai arus lebih.

Dalam keadaan normal maka arus dalam setiap fasa I_R , I_S , dan I_T sama besarnya (Simetris) masing-masing berbeda fasa 120° , sehingga arus melewati kumparan $Z_0 = 0$. Apabila ada gangguan hubung tanah maka keadaan arus setiap fasa tidak simetris lagi dan mengalirkan komponen arus urutan nol lewat kumparan Z_0 sehingga relai arus zero Sequence bekerja. Rangkaian arus relay zero sequencec cureent dan diagram vektornya ditunjukkan pada Gambar 3.24



Gambar 3.24 Rangkaian Arus Relay Zero Sequencec Cureent dan Diagram Vektornya

g. Relay Tekan Lebih

Rele Tekanan Lebih ini berfungsi mengamankan tekanan lebih pada transformator. Dipasang pada transformator tenaga dan bekerja dengan menggunakan membrane. Tekanan lebih terjadi karena adanya flash over atau hubung singkat yang timbul pada belitan transformator tenaga yang terendam minyak, lalu berakibat dekomposisi dan evaporasi minyak sehingga menimbulkan tekanan lebih pada tangki transformator.

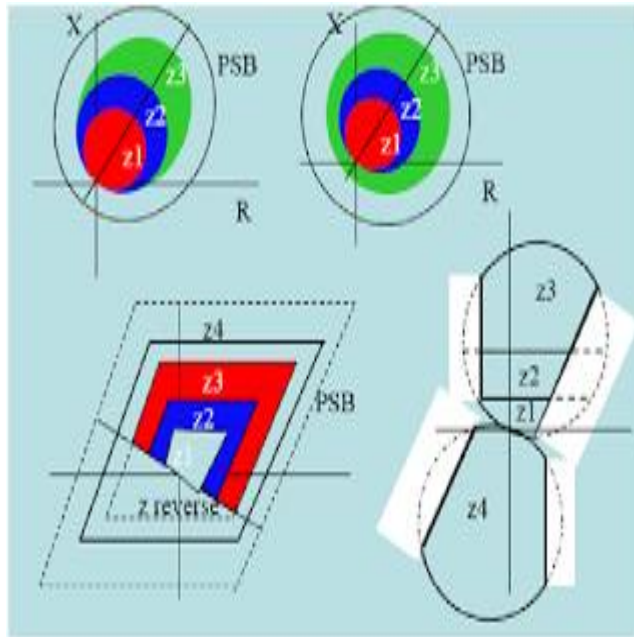


Gambar 3.25 Bentuk Fisik dari Relai Tekan Lebih

h. Relai Impedansi

Relay impedansi disebut juga relay jarak atau impedance relay atau Distance relay. Disebut relay impedansi karena mendeteksi impedansi. Disebut relay jarak karena bersifat mengukur jarak. Rele ini mempunyai beberapa karakteristik seperti mho, quadralateral, reaktans, dan lain-lain. Sebagai unit proteksi relay ini dilengkapi dengan pola teleproteksi seperti putt, pott dan blocking. Jika tidak terdapat teleproteksi maka rele ini berupa step distance saja.

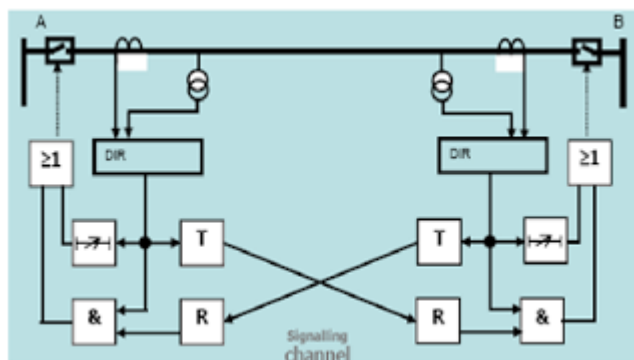
Prinsip kerja relay impedansi berdasarkan kurvanya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.26



Gambar 3.26 Kurva Relay Impedansi

i. Directional Comparison Relay

Relai penghantar yang prinsip kerjanya membandingkan arah gangguan. Jika kedua relai pada penghantar merasakan gangguan di depannya maka relai akan bekerja. Cara kerjanya ada yang menggunakan directional impedans, directional current dan superimposed. Gambar single line diagram directional comparison relai seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.27.

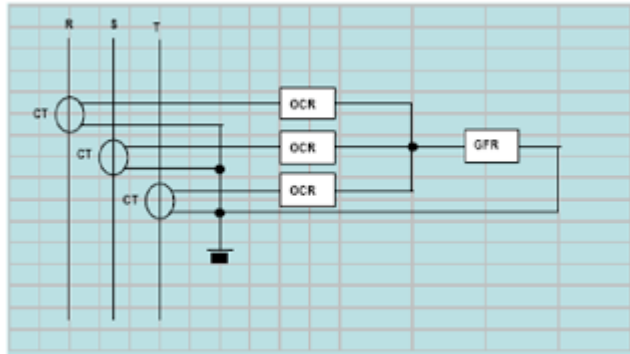


Gambar 3.27 Gambar single line diagram directional comparison relai

j. Relai hubung tanah (GFR)

Relai hubung tanah merupakan relai pengamanan yang bekerja karena adanya besaran arus dan terpasang pada jaringan tegangan tinggi,

tegangan menengah juga pada pengamanan transformator tenaga. Diagram pengamanan arus lebih dengan 3 OCR + GFR dapat dilihat pada Gambar 3.28 berikut ini.



Gambar 3.28 Diagram Pengaman arus lebih dengan 3 OCR + GFR

k. Circuit Breaker (CB)

Circuit Breaker (CB) adalah salah satu peralatan pemutus daya yang berguna untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian listrik dalam kondisi terhubung ke beban secara langsung dan aman, baik pada kondisi normal maupun saat terdapat gangguan. Berdasarkan media pemutus listrik / pemadam bunga api, terdapat empat jenis CB sbb:

- 1) *Air Circuit Breaker* (ACB), menggunakan media berupa udara.
- 2) *Vacuum Circuit Breaker* (VCB), menggunakan media berupa vakum.
- 3) *Gas Circuit Breaker* (GCB), menggunakan media berupa gas SF₆.
- 4) *Oil Circuit Breaker* (OCB), menggunakan media berupa minyak.

Berikut ini adalah syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu peralatan untuk menjadi pemutus daya :

- 1) Mampu menyalurkan arus maksimum sistem secara kontinu.
- 2) Mampu memutuskan atau menutup jaringan dalam keadaan berbeban ataupun dalam keadaan hubung singkat tanpa menimbulkan kerusakan pada pemutus daya itu sendiri.
- 3) Mampu memutuskan arus hubung singkat dengan kecepatan tinggi.

I. Relay Suhu

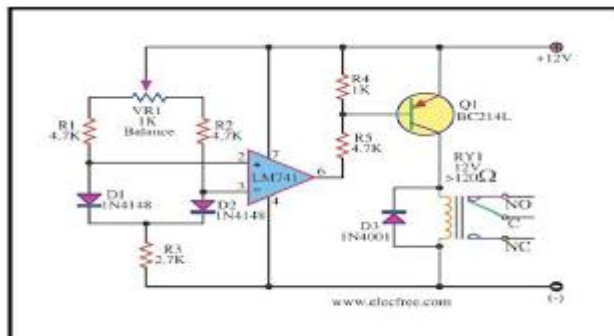
Relay ini digunakan untuk mengamankan transformator dari kerusakan akibat adanya suhu yang berlebihan. Ada 2 macam relay suhu pada transformator, yaitu :

1) Relay Suhu Minyak

Relay ini dilengkapi dengan sensor yang dipasang pada minyak isolasi transformator. Pada saat transformator bekerja memindahkan daya dari sisi primer ke sisi sekunder, maka akan timbul panas pada minyak isolasi, akibat rugi daya maupun adanya gangguan pada transformator.

2) Relay Suhu Kumputan

Relay ini hampir sama dengan relay suhu minyak. Perbedaannya terletak pada sensornya. Sensor relay suhu kumputan berupa elemen pemanas yang dialiri arus dari transformator arus yang dipasang pada kumputan-kumputan transformator. Rangkaian relai suhu dapat dilihat pada Gambar 3.29 berikut ini.



Gambar 3.29 Rangkaian relai suhu

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-30.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menganalisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menganalisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Analisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
4. Apa sajakah jenis-jenis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-31

E. Rangkuman

1. Pengertian proteksi transmisi tenaga listrik adalah adalah proteksi yang dipasang pada peralatan-peralatan listrik pada suatu transmisi tenaga listrik sehingga proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (Power Plant) hingga Saluran distribusi listrik (substation distribution) dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik dengan aman.
2. Jika proteksi bekerja dengan baik, maka pekerja dapat melakukan pemeliharaan transmisi tenaga listrik dalam kondisi bertegangan. Jika saat melakukan pemeliharaan tersebut terjadi gangguan, maka pengaman-pengaman yang terpasang harus bekerja demi mengamankan sistem dan manusia yang sedang melakukan perawatan.
3. Relay adalah Sebuah alat yang bertugas menerima/mendeteksi besaran tertentu untuk kemudian mengeluarkan perintah sebagai tanggapan (respons) atas besaran yang dideteksinya.
4. Rele Gangguan Tanah Terbatas ini berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap tanah didalam daerah pengaman transformator khususnya untuk gangguan didekat titik netral yang tidak dapat dirasakan oleh RELE differential, yang disambung ke instalasi trafo arus (CT) dikedua sisi.

F. Tes Formatif

1. Apa tujuan dari sistem proteksi ?
2. Apa syarat yang harus dimiliki oleh sebuah sistem proteksi ?
3. Jelaskan ganggu- gangguan pada sistem proteksi sistem tenaga listrik!
4. Jelaskan elemen – elemen pada sistem proteksi sistim tenaga listrik !
5. Apa fungsi relay pada sistim proteksi sitem tenaga listriuk !
6. Tuliskan dan jelaskan minimal 3 jenis relai !

G. Kunci Jawaban

Jawaban Soal Mandiri

1. Untuk mengidentifikasi gangguan, memisahkan bagian instalasi yang terganggu dari bagian lain yang masih normal dan sekaligus mengamankan instalasi dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar, serta memberikan informasi / tanda bahwa telah terjadi gangguan, yang pada umumnya diikuti dengan membukanya PMT.
2. Syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah sistem Proteksi adalah
 - a) Sensitif : yaitu mampu merasakan gangguan sekecil apapun
 - b) Andal : yaitu akan bekerja bila diperlukan (dependability) dan tidak akan bekerja bila tidak diperlukan (security)
 - c) Cepat : yaitu mampu bekerja secepat-cepatnya
3. Gangguan pada transmisi tenaga listrik dapat berupa :
 - a) Gangguan Sistem
Gangguan non sistem adalah gangguan bukan pada sistem, jenis nya antara lain kerusakan komponen relai, kabel kontrol terhubung singkat dan interferensi / induksi pada kabel kontrol.
 - b) Gangguan Fasa
Terhubungnya dua fasa atau lebih, secara langsung atau tidak. Meliputi gangguan hubung singkat dua fasa dan tiga fasa. Hubung singkat ditandai dengan: turunnya tegangan sistem dan kenaikan arus dalam waktu yang sangat pendek.
 - c) Gangguan Tanah
Terhubungnya satu fasa atau lebih dengan tanah, secara langsung atau tidak langsung. (tiang, badan trafo, selubung timah kabel).
4. Elemen – elemen pada sistem Proteksi adalah
 - a. Elemen pembanding
Elemen ini berfungsi menerimabesaran setelah terlebih dahulu besaran itu diterima oleh elemen pengindra untukmembandingkan besaran listrikpada saat keadaan normal denganbesaran arus kerja relay
 - b. Elemen pengindra

Elemen ini berfungsi untuk merasakan besaran-besaran listrik, seperti arus, tegangan, frekuensi, dan sebagainya tergantung relai yang dipergunakan.

c. Elemen pengukur

Elemen ini berfungsi untuk mengadakan perubahan secara cepat pada besaran ukurnya dan akan segera memberikan isyarat untuk membuka PMT atau memberikan sinyal.

5. Relai pada sistem Proteksi tenaga listrik yaitu menerima/mendeteksi besaran tertentu untuk kemudian mengeluarkan perintah sebagai tanggapan (respons) atas besaran yang dideteksinya.

6. 3 jenis –jenis relai

a) Relai Bucholtz

Relai Bucholtz berfungsi untuk mendeteksi adanya gas yang ditimbulkan oleh loncatan (bunga) api dan pemanasan setempat dalam minyak transformator. Penggunaan relai deteksi gas (Bucholtz) pada Transformator terendam minyak yaitu untuk mengamankan transformator yang didasarkan pada gangguan Transformator seperti : arcing, partial discharge, over heating yang umumnya menghasilkan gas.

b) Relay Tekan Lebih

Relai Tekanan Lebih ini berfungsi mengamankan tekanan lebih pada transformator, dipasang pada transformator tenaga dan bekerja dengan menggunakan membrane. Tekanan lebih terjadi karena adanya flash over atau hubung singkat yang timbul pada belitan transformator tenaga yang terendam minyak, lalu berakibat decomposisi dan evaporasi minyak, sehingga menimbulkan tekanan lebih pada tangki transformator.

c) Relai Impedansi

Relai impedansi disebut juga relay jarak atau impedance relay atau Distance relay. Disebut relay impedansi karena mendeteksi impedansi tapi disebut relay jarak karena bersifat mengukur jarak.

LEMBAR KERJA KB-3

LK - 30

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Menganalisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LK – 31

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Analisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa Saudara melakukan Analisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu melakukan Analisis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa sajakah jenis-jenis Sistem Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik!

.....
.....
.....

IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-4

Memperjelas Simbol-Symbol Gambar Rencana pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat mengenal simbol-simbol gambar instalasi proteksi sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat dapat menjelaskan simbol-simbol yang digunakan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari memperjelas simbol-simbol gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik adalah simbol-simbol gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik dapat dijelaskan dengan benar.


C. Uraian Materi









Bahan Bacaan 1:

Diagram segaris (one line diagram)

Diagram segaris adalah suatu diagram yang menunjukkan suatu garis tunggal dan lambang lambang standar saluran transmisi dan peralatan peralatan yang berhubungan dengan sistem listrik. Kegunaan diagram garis adalah untuk memberikan informasi yang berarti mengenai satu sistem. Berikut adalah beberapa simbol yang biasa digunakan pada proteksi sistem tenaga listrik dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Simbol-Symbol Diagram Segaris

No	Simbol	Kegunaan / Fungsi
1	<p>Trafo</p> 	Berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan 500/150 KV-150/70 KV – 150/20KV – 70/20KV

2	<p>PMT</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk memasukkan dan melepas arus/ beban dalam rangkaian
3	<p>PMS</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk memasukkan dan melepaskan tegangan
4	<p>PMS Tanah</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk mengamankan petugas pada saat ada pemeliharaan
5	<p>Tanah / Ground</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk menyalurkan sisa sisa induksi listrik kedalam tanah, seperti saat terjadi tegangann lebih akibat sambaran petir.
6	<p>Trf Teg (PT)</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi ke tegangan rendah digunakan untuk proteksi pengukuran
7	<p>Trf Arus (CT)</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk menurunkan arus yang tinggi ke arus yang rendah digunakan untuk proteksi dan pengukuran.
8	<p>Arrester (LA)</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan lebih ketanah, pada umumnya ketika ada sambaran petir.
9	<p>Bus Bar</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan pada sistem.
10	<p>Tahanan (NGR)</p> 	Peralatan yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan sistem ke tanah (membatasi besarnya arus gangguan tanah).

Simbol- simbol huruf rele elektris trafo

Selain simbol-simbol diagram garis, dapat kita lihat juga simbol-simbol huruf pada relai elektris trafo yang dapat kita lihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Simbol-Simbol Huruf Relai Elektris Trafo

No	Simbol	Kegunaan/Fungsi
1	87	RELE DIFFERENTIAL. Berfungsi untuk mendeteksi gangguan fase - fase di dalam maupun diluar Trafo (dibatasi antara CT Primer dan CT Sekunder)
2	P51	RELE PRIMER OVER CURRENT Berfungsi untuk mendeteksi gangguan fase - fase di dalam maupun diluar Trafo khususnya sisi PRIMER.
3	S51	RELE SEKUNDER OVER CURRENT Berfungsi untuk mendeteksi gangguan fase - fase di dalam maupun diluar Trafo khususnya sisi SEKUNDER.
4	NP51	RELE NETRAL PRIMER OVER CURRENT Berfungsi untuk mendeteksi gangguan fase - tanah di dalam maupun diluar Trafo khususnya sisi SEKUNDER
5	NS51	RELE NETRAL SEKUNDER OVER CURRENT Berfungsi untuk mendeteksi gangguan fase - tanah di dalam maupun diluar Trafo khususnya sisi SEKUNDER.
6	REF	RELE DIFFERENTIAL. Berfungsi untuk mendeteksi gangguan fase - tanah di dalam Trafo .
7	64 V	RELE OVER VOLTAGE (TEGANGAN LEBIH) Berfungsi untuk mendeteksi gangguan

		tegangan lebih yang disebabkan adanya gangguan satu phasa ketanah (TEGANGAN TAK SEIMBANG.)
8	84	RELE OVER & UNDER VOLTAGE (TEGANGAN LEBIH & KURANG) Berfungsi untuk medeteksi gangguan tegangan lebih dan tegangan rendah (pada umumnya dipasang pada sisi bus bar 20 kV)

Simbol simbol huruf rele mekanis trafo

Tabel berikut ini merupakan simbol-simbol rele mekanis trafo yang dapat kita lihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Simbol-Simbol Huruf Rele Mekanis Trafo

No	Simbol	Kegunaan / Fungsi
1	26DA	TEMPERATURE OIL (SUHU) ALARM Berfungsi untuk medeteksi kenaikan suhu / panas minyak Trafo.
2	26DA	TEMPERATURE OIL (SUHU) TRIP Berfungsi untuk medeteksi kenaikan suhu / panas minyak Trafo.
3	26WA	TEMPERATURE WINDING (SUHU) ALARM Berfungsi untuk medeteksi kenaikan suhu / panas belitan Trafo.
4	26WT	TEMPERATURE WINDING (SUHU) TRIP Berfungsi untuk medeteksi kenaikan suhu / panas belitan Trafo.
5	96 A	BUCHOLTZ ALARM Berfungsi untuk medeteksi adanya Gas didalam Trafo.

6	96 T	BUCHOLTZ TRIP. Berfungsi untuk medeteksi adanya Gas didalam Trafo.
7	63Q/P	RELE PRESSURE TANGKI TRAF0 TRIP Berfungsi untuk medeteksi kenaikan tekanan lebih didalam Trafo.
8	63QA/P A - 24	RELE PRESSURE TANGKI TAP CHANGER ALARM . Berfungsi untuk medeteksi kenaikan tekanan lebih didalam Trafo.
9	63QT/ PT - 24	RELE PRESSURE TANGKI TAP CHANGER TRIP Berfungsi untuk medeteksi kenaikan tekanan lebih didalam Trafo.
10	T33Q	RELE OIL LEVEL MINYAK TRAF0 ALARM . Berfungsi untuk medeteksi level minyak Trafo.
11	T33Q - 24	RELE OIL LEVEL MINYAK TAP CHANGER TRAF0 ALARM . Berfungsi untuk medeteksi level minyak Tap Changer Trafo.
12	87PW	RELE DIFFERENTIAL KABEL. Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - phasa kabel tanah.
13	51	RELE OVER CURRENT . Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - phasa dan phasa - ground
14	52 F	GANGGUAN PMT . Gangguan pada komponen PMT : Motor, AC 3 ph, Udara

15	SF6	GANGGUAN GAS SF6. Terjadi gangguan penurunan kebocoran Gas SF6 pada PMT.
----	------------	---

Simbol simbol huruf rele penghantar 70 KV

Pada tabel berikut ini terdapat simbol-simbol huruf rele penghantar 70 KV. Dapat kita lihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Simbol-Simbol Huruf Rele Penghantar 70 KV

No	Simbol	Kegunan/ Fungsi
1	44 S	RELE DISTANCE. Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - phasa
2	50 G	RELE SELECTIVE GROUND . Rele Utama berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - ground .
3	67G	RELE DIRECTIONAL GROUND . Rele Cadangan berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - ground .
4	79	RELE RECLOSER. Berfungsi untuk memasukan kembali PMT, pada saat PMT trip karena adanya rele bekerja.
5	86	RELE LOCK OUT (PENGUNCI) / FINAL TRIP. Berfungsi untuk mencegah masuknya kembali PMT , pada saat terjadi gangguan permanen .
6	64 V	RELE VOLTAGE . Berfungsi untuk mendeteksi gangguan tegangan menceng.

Simbol simbol huruf rele

Pada Tabel 4.6 berikut ini merupakan simbol-simbol huruf yang digunakan pada rele.

Tabel 4.6 Simbol-Simbol Huruf Rele

No	Simbol	Kegunaan / Fungsi
1	A, B, C	Urutan Fasa pada peralatan Bus Bar, Trafo, Pengukuran dan Rele
2	U, V, W	Urutan Fasa pada peralatan Bus Bar, Trafo, Pengukuran dan Rele
3	R, S, T	Urutan Fasa pada peralatan Bus Bar, Trafo, Pengukuran dan Rele
4	L1, L2, L3	Urutan Fasa pada peralatan Bus Bar, Trafo, Pengukuran dan Rele
5	N	Urutan Fasa pada peralatan Bus Bar, Trafo, Pengukuran dan Rele
6	P	Penamaan sisi Primer pada Trafo, CT, PT
7	S	Penamaan sisi Sekunder pada Trafo, CT, PT
8	T	Penamaan sisi Tertier pada Trafo, CT, PT
9	E, G	Pentanahan (Grounding)

Simbol-simbol huruf relay penyulang 20 kv

Pada Tabel 4.7 berikut merupakan simbol-simbol huruf yang biasa digunakan pada relay penyulang 20 KV.

Tabel 4.7 Simbol-Simbol Huruf Relay Penyulang 20 KV

No	Simbol	Kegunaan/ Fungsi
1	F 51	RELE OVER CURRENT Berfungsi untuk medeteksi gangguan fasa - fasa

2	51 G	RELE OVER CURRENT GROUND . Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - ground .
3	67G	RELE DIRECTIONAL GROUND . Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - ground berarah.
4	79	RELE RECLOSER. Berfungsi untuk memasukan kembali PMT, pada saat PMT trip karena adanya rele bekerja.
5	86	RELE LOCK OUT (PENGUNCI) / FINAL TRIP. Berfungsi untuk mencegah masuknya kembali PMT , pada saat terjadi gangguan permanen .
6	UFR	RELE UNDER FREQUENCY . Berfungsi untuk mendeteksi gangguan Frekuensi turun .

Simbol- simbol huruf rele distance Quadramho

Pada Tabel 4.8 berikut ini merupakan simbol-simbol huruf yang biasa digunakan pada distance Quadramho

Tabel 4.8 Simbol-Simbol Huruf Rele Distance Quadramho

No	Simbol	Kegunaan / Fungsi
1	A,B,C	Gangguan phasa A, B, C satu phasa ketanah - Zone 1.
2	AB,BC,CA	Gangguan phasa AB, BC, CA phasa - phasa - Zone 1.
3	A,B,C + Z2	Gangguan phasa A, B, C satu phasa ketanah - Zone 2.
4	AB,BC,CA + Z2	Gangguan phasa AB, BC, CA phasa - phasa - Zone 2.

5	A,B,C + Z3	Gangguan phasa A, B, C satu phasa ketanah - Zone 3.
6	AB,BC,CA + Z3	Gangguan phasa AB, BC, CA phasa - phasa - Zone 3.
7	AIDED TRIP	Rele bekerja dengan bantuan Carrier / PLC .
8	SOTF	Rele bekerja karena adanya Ground .
9	V - FAIL	Tegangan sekunder PT yang mensuplai ke Rele Distance hilang .
10	PWR - SWING	Terjadi ayunan daya pada sistem.

Simbol-simbol huruf rele over current GEC- MOGG

Pada Tabel 4.9 berikut ini merupakan simbol-simbol huruf yang biasa digunakan pada rele over current GEC-MOGG.

Tabel 4.9 Simbol-Simbol Huruf Rele Over Current GEC-MOGG

No	Simbol	Kegunaan / Fungsi
1	LED MERAH ATAS	Rele bekerja tanpa Tunda Waktu.
2	LED MERAH TENGAH	Rele bekerja dengan Tunda Waktu.
3	LED HIJAU BAWAH	Rele bekerja hanya start (Tidak Trip)

Simbol – simbol huruf over current ABB – SPAJ 140 C

Pada Tabel 4.10 berikut ini merupakan simbol-simbol huruf yang digunakan pada Over Current ABB – SPAJ 140 C.

Tabel 4.10 Simbol-Simbol Huruf Over Current ABB-SPAJ 140 C

No	Simbol	Kegunaan / Fungsi
1	LED KUNING - 1L 1	Rele bekerja (strat) pada phasa R.
2	LED KUNING - 1L 2	Rele bekerja (strat) pada phasa S.

3	LED KUNING - I L 3	Rele bekerja (strat) pada phasa T.
4	LED KUNING - I L 0	Rele bekerja (strat) pada N.
5	DISPLAY MERAH - 1	Rele bekerja (strat) dengan tunda waktu .
6	DISPLAY MERAH - 2	Rele bekerja dengan tunda waktu .
7	DISPLAY MERAH - 3	Rele bekerja start tanpa tunda waktu
8	DISPLAY MERAH - 4	Rele bekerja tanpa tunda waktu
9	LED MERAH - TRIP	Rele bekerja tanpa tunda waktu
10	LED KUNING - I L 1	Rele bekerja (strat) pada phasa R
11	LED KUNING - I L 2	Rele bekerja (strat) pada phasa S
12	LED KUNING - I L 3	Rele bekerja (strat) pada phasa T.
13	LED KUNING - I L 0	Rele bekerja (strat) pada N.
14	DISPLAY MERAH - 1	Rele bekerja (strat) dengan tunda waktu .
15	DISPLAY MERAH - 2	Rele bekerja dengan tunda waktu .
16	DISPLAY MERAH - 3	Rele bekerja start tanpa tunda waktu .
17	DISPLAY MERAH - 4	Rele bekerja tanpa tunda waktu
18	LED MERAH - TRIP	Indikasi Rele bekerja / Trip .

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Memperjelas Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

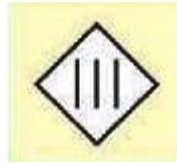
Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-40.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Memperjelas Simbol Simbol Gambar Rencana Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Memperjelas Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
2. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut saudara apa saja Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

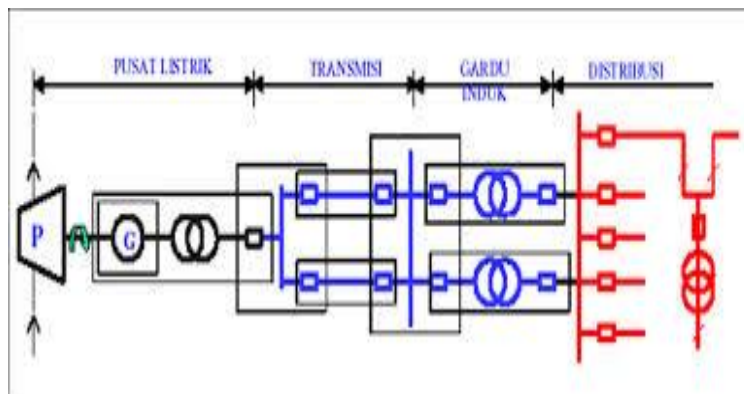
c. Simbol 3



G.Kunci Jawaban

Jawaban latihan mandiri

1. Jawab : contoh gambar rencana pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik



2. Jawab :

Merupakan rangkaian proteksi gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Gardu induk sistem double busbar sangat efektif untuk mengurangi terjadinya pemadaman beban, khususnya pada saat melakukan perubahan sistem (manuver sistem). Jenis gardu induk ini pada umumnya yang banyak digunakan.

3. Jawab :

klas proteksi	simbol	pemakaian
I		konduktor pengaman ke ground contoh body motor .
II		isolator proteksi ganda contoh mesin bor tangan
III		tegangan rendah contoh mainan anak2

LEMBAR KERJA KB-4

LK - 40

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Memperjelas Simbol-Symbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LK – 41

1. Apa yang Saudara ketahui Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut saudara apa saja Simbol-Simbol Gambar Rencana Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

V. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-5

Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/ pelatihan dapat menjelaskan jenis-jenis pemasangan alat proteksi otomatis pada instalasi sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat dapat menjelaskan teknik penerapan proteksi transmisi pada sistem tenaga listrik
3. Peserta diklat dapat menjelaskan teknik pencegahan gangguan pada pemasangan instalasi proteksi sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dari mempelajari teknik-teknik instalasi proteksi sistem tenaga listrik adalah pemasangan alat instalasi proteksi sistem tenaga dapat dijelaskan dengan benar.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Alat proteksi terhadap sengatan listrik yang berkerja otomatis

Pada saat ini sudah banyak dijumpai alat-alat proteksi otomatis terhadap tegangan sentuh. Peralatan ini tidak terbatas pada pengamanan manusia dari sengatan listrik, namun berkembang lebih luas untuk pengamanan gedung yang terpasang jaringan instalasi listrik dari bahaya kebakaran akibat hubung singkat (konsleting).

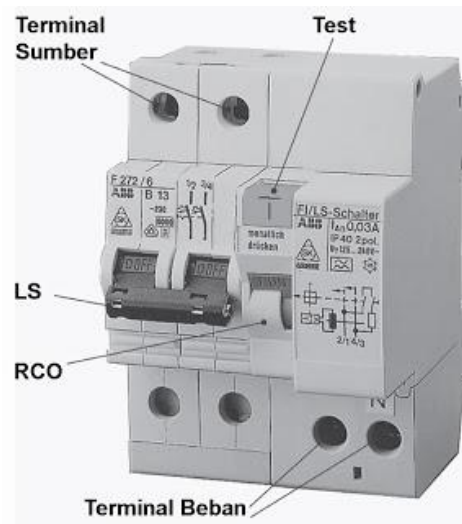
a) Jenis jenis Alat Proteksi Otomatis

Jenis-jenis alat proteksi yang banyak dipakai antara lain adalah: Residual Current Device (RCD), Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) dan Ground Fault Circuit Interruptor (GFCI). Walaupun berbeda-beda nama namun secara prinsip adalah sama, yakni alat ini akan bekerja atau aktif bila mendeteksi adanya arus bocor ke tanah. Karena kemampuan itulah, arus

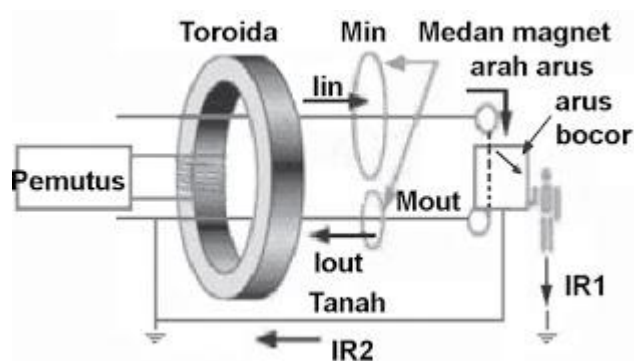
bocor ini dianalogikan dengan arus sengatan listrik yang mengalir pada tubuh manusia.

b) Prinsip Kerja Alat Proteksi Otomatis

Gambar 5.30 di bawah ini menunjukkan bentuk fisik sebuah RCD untuk sistem satu fasa dan skema diagramnya ditunjukkan pada gambar 5.31.



Gambar 5.30. Bentuk fisik RCD 1 Fasa



Gambar 5.31 Skema diagram RCD 1 fasa

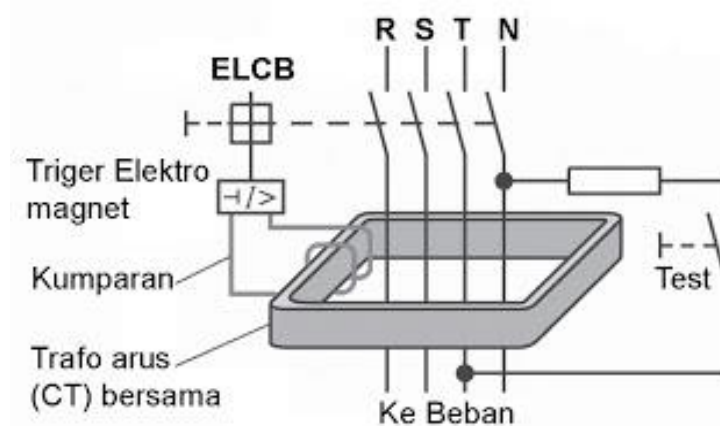
Prinsip kerja RCD dapat dijelaskan sebagai berikut (perhatikan skema diagram pada gambar 2) :

- lin : arus Masuk
- lout : arus keluar
- IR1 : arus residual yang mengalir ke tubuh
- IR2 : arus residual yang mengalir ke tanah
- Min : medan Magnet yang dibangkitkan oleh arus masuk
- Mout : medan magnet yang dibangkitkan oleh arus keluar.

Dalam keadaan terjadi arus bocor, maka arus keluar lebih kecil dari arus masuk, $I_{out} < I_{in}$ dan arus residu mengalir keluar setelah melalui tubuh manusia atau tanah. Karena $I_{in} > I_{out}$ maka $I_{in} > I_{out}$, akibatnya akan timbul ggl induksi pada coil yang dibelitkan pada toroida sehingga ggl induksi mengaktifkan peralatan pemutus rangkaian. Bentuk fisik ELCB untuk sistem tiga fasa ditunjukkan pada Gambar 5.32 dan skema diagramnya ditunjukkan pada Gambar 5.33 di bawah ini.



Gambar 5.32 Bentuk Fisik ELCB 3 fasa

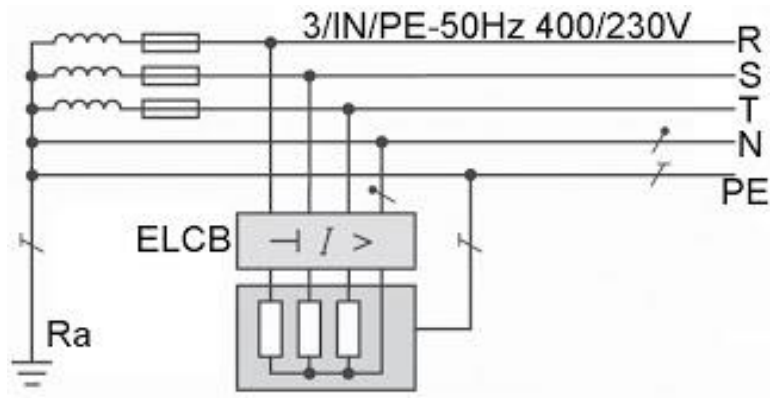


Gambar 5.33 Skema diagram ELCB 3 Fasa

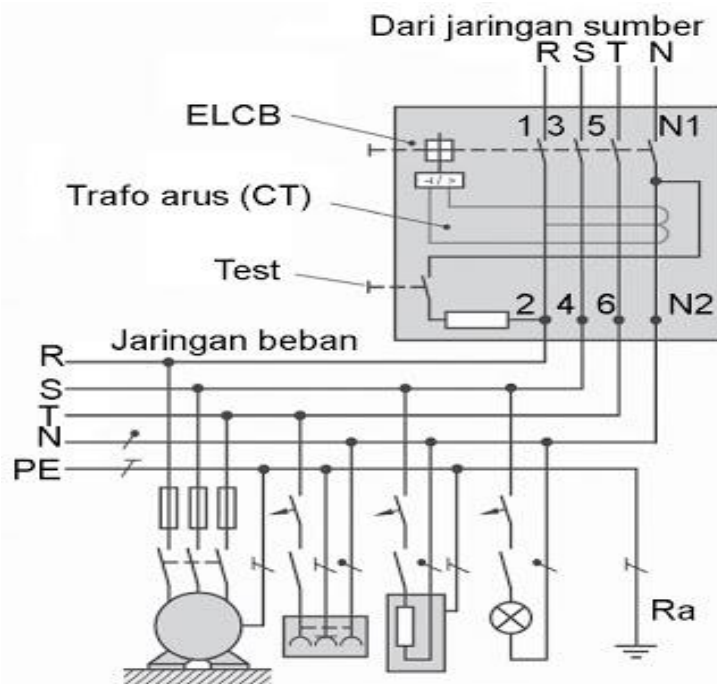
Prinsip kerja pengaman/proteksi otomatis untuk sistem tiga fasa dapat dijelaskan sebagai berikut (perhatikan skema diagram Gambar 5.33) :

Bila tidak ada arus bocor (ke tanah atau tubuh manusia) maka jumlah resultan arus yang mengalir dalam keempat penghantar sama dengan nol, sehingga trafo arus (CT) tidak mengalami induksi dan trigger elektromagnet tidak aktif. Dalam hal ini tidak terjadi apa-apa dalam sistem. Namun sebaliknya, bila ada arus bocor, maka jumlah resultan arus tidak sama dengan nol, maka trafo arus (CT) menginduksikan tegangan dan mengaktifkan trigger sehingga alat pemutus daya ini bekerja memutuskan beban dari sumber (jaringan).

Gambar 5.34 dan Gambar 5.35 memperlihatkan pemakaian CRD atau ELCB. Bila pengamanan untuk satu jenis beban saja maka RCD dipasang pada saluran masukan alat saja. Bila pengamanan untuk semua alat/beban dan saluran maka alat pengaman dipasang pada sisi masukan/sumber semua beban. Mana yang terbaik, tergantung dari apa yang diinginkan. Kalau keinginan pengamanan untuk semua rangkaian maka Gambar 5.35 yang dipilih. Namun perlu dipertimbangkan aspek ekonomisnya karena semakin besar kapasitas arus yang harus dilayani maka harga alat akan semakin mahal pula walaupun dengan batas arus keamanan (bocor) yang sama.



Gambar 5.34 Pemasangan ELCB pada beban (proteksi lokal)



Gambar 5.35 Pemasangan ELCB pada jaringan sumber (proteksi terpusat)

Untuk alat-alat yang dipasang di meja, cukup dengan arus pengamanan $DIn = 30 \text{ mA}$, sedangkan untuk alat-alat yang pemakaiannya menempel ke tubuh (bath tube, sauna, alat pemotong jenggot, dan lain-lain) digunakan alat pengaman dengan arus lebih rendah, yaitu $DIn = 10 \text{ mA}$. Untuk pengamanan terhadap kebakaran (proteksi terpusat) dipasang dengan $DIn = 500 \text{ mA}$.

c) Proteksi pada peralatan portabel

Metode pengamanan atau proteksi peralatan listrik portabel dibedakan menjadi dua kelas, yaitu Alat Kelas I dan Kelas II. Sedangkan untuk alat-alat mainan anak-anak dikategorikan sebagai Alat Kelas III.

- 1) Alat Kelas I adalah alat listrik yang pengamanan terhadap sengatan listrik menggunakan saluran pentanahan (grounding). Alat ini mempunyai selungkup (casing) yang terbuat dari logam.
- 2) Alat Kelas II adalah alat listrik yang mempunyai isolasi ganda, di mana selungkup atau bagian-bagiannya yang tersentuh dalam pemakaiannya terbuat dari bahan isolasi. Pada alat kelas ini tidak diperlukan saluran

pentanahan. Berikut ini adalah contoh alat yang termasuk Kelas I dan Kelas II. Gambar 5.36 berikut ini merupakan contoh klasifikasi proteksi pada peralatan listrik portabel.



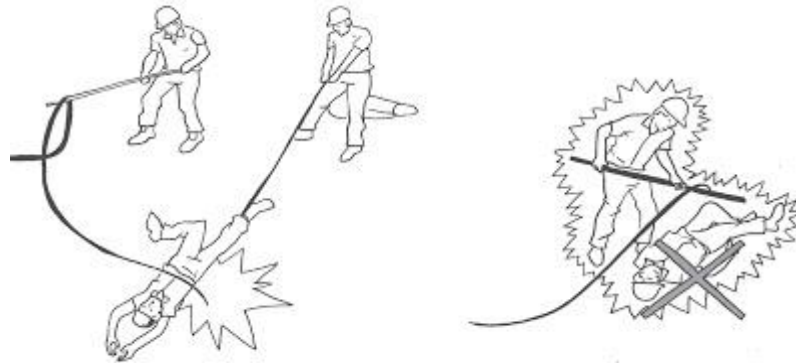
Gambar 5.36 Contoh klasifikasi proteksi pada peralatan listrik portabel

d) Prosedur keselamatan umum

Dalam prosedur keselamatan kerja terkait dengan sistem proteksi tenaga listrik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya :

- 1) Hanya orang-orang yang berwenang dan berkompeten yang diperbolehkan bekerja pada atau di sekitar peralatan listrik
- 2) Menggunakan peralatan listrik sesuai dengan prosedur (jangan merusak atau membuat tidak berfungsinya alat pengaman atau alat proteksi).
- 3) Jangan menggunakan tangga logam untuk bekerja di daerah instalasi listrik
- 4) Pelihara alat dan sistem instalasi listrik dengan baik
- 5) Menyiapkan langkah-langkah tindakan darurat ketika terjadi kecelakaan
 - Prosedur shut-down : tombol pemutus aliran listrik (emergency off) harus mudah diraih.
 - Pertolongan pertama pada korban
- 6) Pertolongan pertama pada orang yang tersengat listrik

- Korban harus dipisahkan dari aliran listrik dengan cara yang aman sebelum dilakukan pertolongan pertama. Gambar 5.37 berikut ini merupakan pertolongan pertama pada saat tersengat listrik.



Gambar 5.37 Pemisahan si korban dari aliran listrik

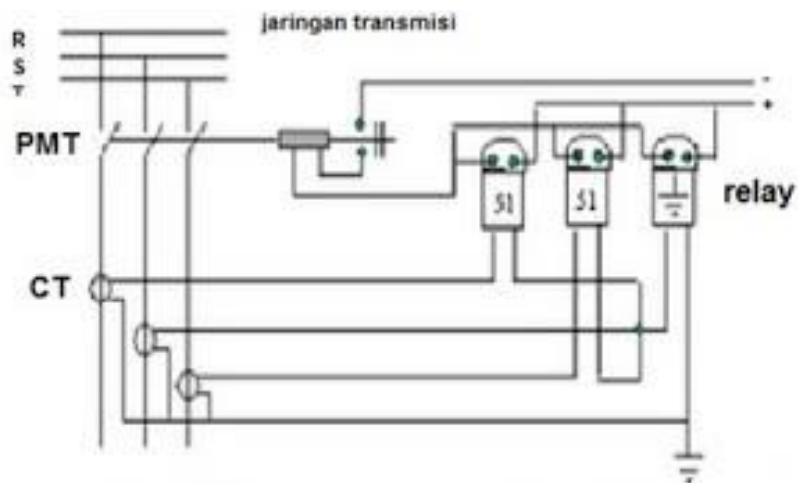
- Hubungi bagian yang berwenang untuk melakukan pertolongan pertama pada kecelakaan. Pertolongan pertama harus dilakukan oleh orang yang berkompeten.
- e) Prosedur keselamatan khusus
- 1) Prosedur Lockout/Tagout
 Prosedur ini merupakan prosedur keselamatan khusus yang diperlukan ketika bekerja untuk melakukan pemeliharaan/perbaikan pada sistem instalasi dan peralatan listrik secara aman.
 - 2) Tujuan
 - Mencegah adanya release baik secara elektrik maupun mekanik yang tidak disengaja yang membahayakan orang yang sedang melakukan pekerjaan pemeliharaan dan atau perbaikan,
 - Memisahkan/memutuskan dari aliran listrik.
 - 3) Langkah- langkah prosedur
 - Buat rencana lockout/tagout
 - Beri tahu operator dan pengguna lainnya rencana pemutusan aliran listrik
 - Putuskan aliran pada titik yang tepat
 - Periksa apakah tim/pekerja telah menggantungkan label (padlocks) tanda perbaikan pada titik lockout

- Letakkan tulisan “perhatian” pada titik lockout
- Lepaskan energi sisa/tersimpan (seperti pada baterai, kapasitor, per dan sebagainya)
- Pastikan bahwa peralatan/sistem tidak beraliran listrik
- Semua anggota tim/pekerja mengambil label (padlock)-nya kembali setelah pekerjaan selesai.

Bahan Bacaan 2:

Penerapan Proteksi Transmisi Tenaga Listrik

Proteksi transmisi tenaga listrik diberlakukan di semua transmisi tenaga listrik. Namun, untuk pemasangannya hanya berada di gardu induk. Pemasangannya pada saluran masuk ke gardu induk dan di saluran keluar gardu induk. Jika jaringan transmisi terjadi gangguan maka gardu induk tidak mengalami kerusakan. Jika terjadi kerusakan maka kerusakannya minimal. Kecuali kawat tanah. Kawat tanah dipasang di atas kawat fasa yang berfungsi untuk melindungi kawat fasa dari sambaran petir, sehingga pemasangannya berada diseluruh jaringan transmisi tenaga listrik. Wearing diagram jaringan transmisi ditunjukkan pada Gambar 5.38



Gambar 5.38 Wearing diagram jaringan transmisi

Gambar pemasangan relai untuk memproteksi arus lebih pada jaringan transmisi di sebuah gardu induk.

1. Pencegahan gangguan transmisi tenaga listrik

Pencegahan gangguan pada jaringan transmisi sangat penting dilaksanakan karena jaringan transmisi merupakan penyalur utama dari energi listrik untuk sampai ke jaringan distribusi dan seterusnya sampai ke konsumen. Jika jaringan transmisi menyalurkan secara baik maka energi listrik tidak akan terputus-putus. Pencegahan gangguan bertujuan untuk mengecilkan frekuensi terjadinya hambatan penyaluran energi listrik

a) Usaha memperkecil terjadinya gangguan

Cara yang ditempuh, antara lain:

- 1) Membuat alat proteksi sesuai dengan fungsinya masing-masing dan dapat bekerja dengan cepat jika terjadi gangguan sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada sistem jaringan.
- 2) Menyetting relay proteksi sesuai dengan waktu kerjanya. Arus atau tegangan kerja relay harus lebih besar dari arus dan tegangan normal, sehingga relay dapat bekerja sesuai fungsinya
- 3) Membuat isolasi yang baik untuk semua peralatan transmisi
- 4) Membuat koordinasi isolasi yang baik antara ketahanan isolasi peralatan transmisi dan penangkal petir (arrester)
- 5) Memakai kawat tanah dan membuat tahanan tanah pada kaki menara sekecil mungkin serta selalu mengadakan pengecekan
- 6) Membuat perencanaan yang baik untuk mengurangi pengaruh dan mengurangi atau menghindarkan sebab-sebab gangguan karena hubung singkat dan sambaran petir
- 7) Pemasangan yang baik, artinya pada saat pemasangan harus mengikuti peraturan-peraturan yang berlaku
- 8) Menghindari kemungkinan kesalahan operasi, yaitu dengan membuat prosedur tata cara operasional (Standar Operational Procedur) dan membuat jadwal pemeliharaan yang rutin
- 9) Memasang kawat tanah pada SUTT dan gardu induk untuk melindungi terhadap sambaran petir
- 10) Memasang lightning arrester (penangkal petir) untuk mencegah kerusakan pada peralatan akibat sambaran petir.

b) Usaha mengurangi kerusakan akibat gangguan

Beberapa cara untuk mengurangi pengaruh akibat gangguan, antara lain sebagai berikut:

- 1) Secepatnya memisahkan bagian sistem yang terganggu dengan memakai pengaman dan pemutus beban dengan kapasitas pemutusan yang memadai yang diperintah otomatis oleh relay proteksi.
- 2) Merencanakan agar bagian sistem yang terganggu bila harus dipisahkan dari sistem tidak akan mengganggu operasi sistem secara keseluruhan atau penyaluran tenaga listrik ke jaringan distribusi tidak terganggu.
- 3) Mempertahankan stabilitas sistem selama terjadi gangguan, yaitu dengan memakai pengatur tegangan otomatis yang cepat dan karakteristik kestabilan generator memadai.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-50. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
2. Untuk apa Saudara mempelajari Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
4. Apa sajakah Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-51

E. Rangkuman

Jenis-jenis alat proteksi yang banyak dipakai, antara lain adalah: Residual Current Device (RCD), Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) dan Ground Fault Circuit Interruptor (GFCI).

pengamanan atau proteksi peralatan listrik portabel dibedakan menjadi dua kelas, yaitu Alat Kelas I dan Kelas II. Kelas I adalah alat listrik yang pengamanan terhadap sengatan listrik menggunakan saluran pentanahan (grounding). Kelas II adalah alat listrik yang mempunyai isolasi ganda, di mana selungkup atau bagian-bagian yang tersentuh dalam pemakaiannya terbuat dari bahan isolasi.

Pencegahan gangguan pada jaringan transmisi sangat penting dilaksanakan karena jaringan transmisi merupakan penyalur utama dari energi listrik untuk sampai ke jaringan distribusi dan seterusnya sampai ke

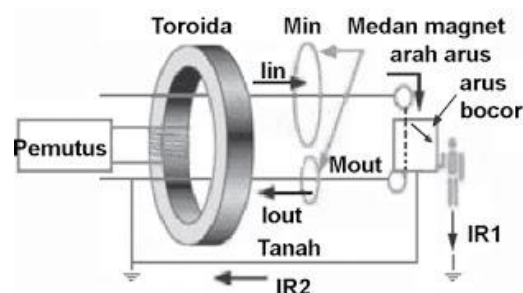
konsumen. Jika jaringan transmisi menyalurkan secara baik maka energi listrik tidak akan terputus-putus. Pencegahan gangguan bertujuan untuk mengecilkan dari frekuensi terjadinya hambatan penyaluran energi listrik

F. Tes Formatif

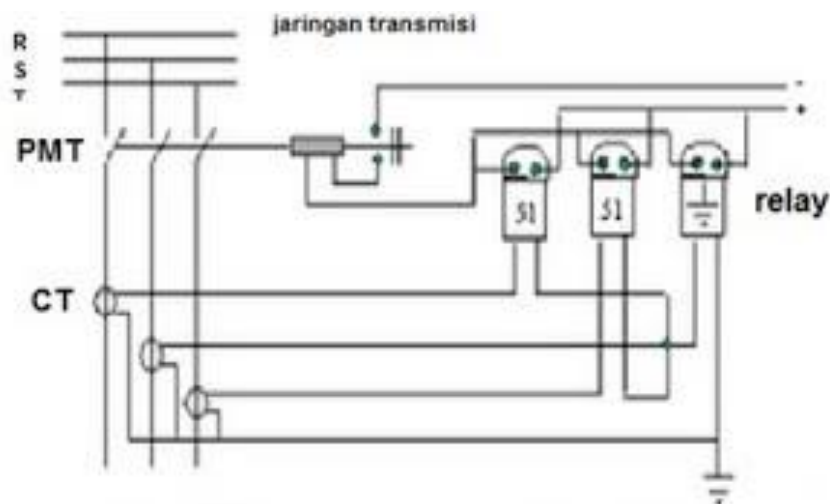
1. Tuliskan arti dari lin, lout , IR1, IR2, Min, Mout pada sebuah skema diagram RDC 1 fasa dan jelaskan prinsip kerjanya!
2. Gambarkanlah skema diagram RDC 1 fasa sesuai dengan prinsip kerjanya. !
3. Jelaskan prinsip kerja dari ELCB pada sistem proteksi Listrik.!
4. Jelaskan langkah langkah penyelamatan khusus pada sistem proteksi!
5. Buatlah gambar skema pemasangan relai untuk proteksi arus lebih pada jaringan transmisi di sebuah gardu induk !

G.Kunci Jawaban

1. lin : arus masuk
 lout : arus keluar
 IR1 : arus residual yang mengalir ke tubuh
 IR2 : arus residual yang mengalir ke tanah
 Min : medan Magnet yang dibangkitkan oleh arus masuk
 Mout : medan magnet yang dibangkitkan oleh arus keluar.
 Dalam keadaan terjadi arus bocor, maka arus keluar lebih kecil dari arus masuk, $lout < lin$ dan arus residu mengalir keluar setelah melalui tubuh manusia atau tanah. Karena $lin > lout$ maka $Min > Mout$, akibatnya akan timbul ggl induksi pada coil yang dibelitkan pada toroida sehingga ggl induksi mengaktifkan peralatan pemutus rangkaian.
2. Jawab : skema diagram RDC 1 fasa



3. Jawab : Jawab Bila tidak ada arus bocor (ke tanah atau tubuh manusia) maka jumlah resultan arus yang mengalir dalam keempat penghantar sama dengan nol. Sehingga trafo arus (CT) tidak mengalami induksi dan trigger elektromagnet tidak aktif
4. Jawab :
 - a) Buat rencana lockout/tagout
 - b) Beri tahu operator dan pengguna lainnya rencana pemutusan aliran listrik
 - c) Putuskan aliran pada titik yang teapa
 - d) Periksa apakah tim/pekerja telah menggantungkan label (padlocks) tanda perbaikan pada titik lockout
 - e) Letakkan tulisan “perhatian” pada titik lockout
 - f) Lepaskan energi sisa/tersimpan (seperti pada baterai, kapasitor, per dan sebagainya)
 - g) Pastikan bahwa peralatan/sistem tidak beraliran listrik
 - h) Semua anggota tim/pekerja mengambil label (padlock)-nya kembali setelah pekerjaan selesai.
5. gambar skema pemasangan relai untuk proteksi arus lebih pada jaringan transmisi disebutah gardu induk



LEMBAR KERJA KB-5

LK - 50

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi Memperjelas Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LK – 51

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Untuk apa Saudara mempelajari Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa sajakah Teknik-Teknik Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik!

.....
.....
.....

VI. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran KB-6 Menggunakan Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik

A. Tujuan

1. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan fungsi dan prinsip kerja peralatan instalasi proteksi sistem tenaga listrik
2. Peserta diklat dapat menjelaskan peralatan – peralatan yang digunakan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik.
3. Peserta diklat/pelatihan dapat menjelaskan spesifikasi peralatan yang digunakan pada instalasi sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi (IPK) dalam mempelajari kegiatan pembelajaran menggunakan peralatan kerja pemasangan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik adalah peralatan pada instalasi proteksi sistem tenaga listrik dapat digunakan dengan benar.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

Current Transformer (CT)

CT atau Trafo Arus merupakan perantara pengukuran arus, dimana keterbatasan kemampuan baca alat ukur. Misal pada sistem saluran tegangan tinggi, arus yang mengalir adalah 2000A sedangkan alat ukur yang ada hanya sebatas 5A. Maka dibutuhkan sebuah CT yang mengubah representasi nilai aktual 2000A di lapangan menjadi 5A sehingga terbaca oleh alat ukur.

CT umumnya selain digunakan sebagai media pembacaan juga digunakan dalam sistem proteksi sistem tenaga listrik. Sistem proteksi dalam sistem tenaga listrik sangatlah kompleks sehingga CT itu sendiri dibuat dengan spesifikasi dan kelas yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan sistem yang ada.

a. Fungsi CT

- 1) Memberikan sinyal ke relai yang proposional dengan besar arus yang mengalir pada peralatan yang dilindungi
- 2) Mengurangi besar arus terukur ke level yang dapat ditangani peralatan proteksi
- 3) Mengisolasi sisi tegangan rendah peralatan proteksi dari sisi tegangan tinggi

b. Prinsip Kerja CT

Transformator arus (current transformer/ CT) dibuat seperti trafo satu fasa, arus secara langsung akan mengalir melalui sisi primer. Menurut standar, arus standar pada sisi sekunder adalah 1 A atau juga 5 A. Sedangkan rasio transformasi teraan $K_N = I_{1N}/I_{2N}$ diberikan dalam bentuk fraksi 1000 A/ 5 A.

Pada saat memasang trafo arus, harus memperhatikan arah arus. Untuk maksud ini, terminal sisi primer yang ditandai tanda "K" (ke sisi pusat pembangkit) dan yang ditandai dengan "L" (ke sisi saluran). Berkaitan dengan sisi primer, terminal pada sisi sekunder ditandai "k" dan "l".

Trafo arus didesain untuk pemakaian pada beban dengan resistansi yang sangat rendah, dan tidak pernah dioperasikan dengan kondisi rangkaian terbuka pada sisi sekundernya. Dalam pemakaiannya, dikenal trafo arus untuk instrumen pengukuran (dilabelkan dengan M) dan trafo arus untuk keperluan proteksi (diberi label P).

Deviasi arus sekunder CT dari nilai setnya dalam persen disebut kesalahan arus F_1 , yang di definisikan sebagai berikut:

$$F_1 = \frac{I_2 \cdot K_N - I_1}{I_1} \times 100\%$$

I_1 = arus primer dalam A

I_2 = arus sekunder dalam A

K_N = rasio teraan transformasi dari CT

Sebagai catatan, karena hambatan ammeter sangat rendah maka trafo arus secara normalnya bekerja short circuit. Jadi perlu diingat bahwa trafo arus tidak boleh dioperasikan dalam kondisi rangkaian

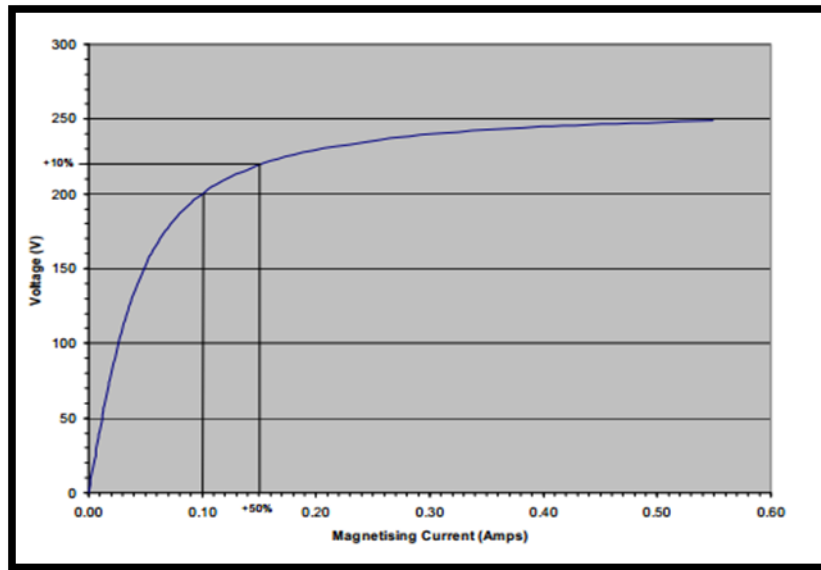
terbuka (open circuit) pada sisi sekundernya. Jika ini terjadi maka akan terjadi fluks abnormal yang sangat besar pada sisi primer yang menghasilkan rugi inti yang berlebihan yang diikuti dengan pemanasan dan tegangan yang tinggi melewati terminal sekunder.

c. Spesifikasi CT

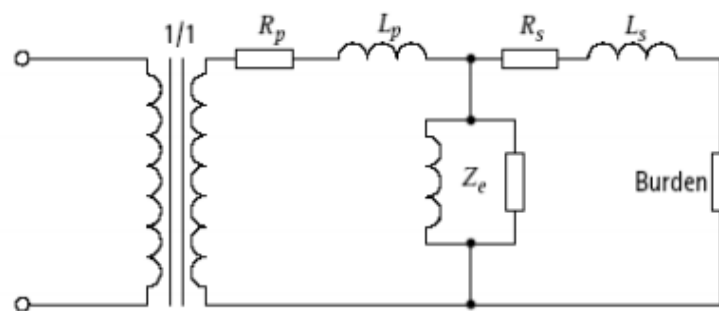
- 1) Rating arus primer
- 2) Rating arus sekunder
 - a) 5A : biasanya digunakan pada relai elektromekanis
 - b) 1A : digunakan pada relai statis yang lebih sensitif terhadap arus kecil
- 3) Rasio transformasi, eg 400/200/1 or 800/5
- 4) Kelas akurasi

Berdasarkan spesifikasi di atas, terdapat 2 tipe CT:

- 1) P class CT : biasanya digunakan pada peralatan proteksi dengan respon waktu tidak terlalu kritikal. Contoh : spesifikasi CT : 5P 100 F20
Maksudnya untuk 20 kali trafo arus normal output ke beban , menghasilkan 100 V, pada sisi sekunder Trafo, error yang dihasilkan tidak lebih dari 5 %.
- 2) PL class CT: digunakan untuk peralatan proteksi dengan kecepatan operasi tinggi dengan memperhitungkan aspek transient. Contoh spesifikasi : 0.1PL200R3.0. Maksudnya tahanan sekunder kurang dari 3,0 ohm pada 75%C tegangan knee point 200V dan arus magnetisasi pada tegangan knee point voltage adalah 0,1 A. Tegangan knee point adalah tegangan dimana kenaikan 10% pada tegangan magnetisnya menyebabkan kenaikan 50% pada arus magnetisasi.



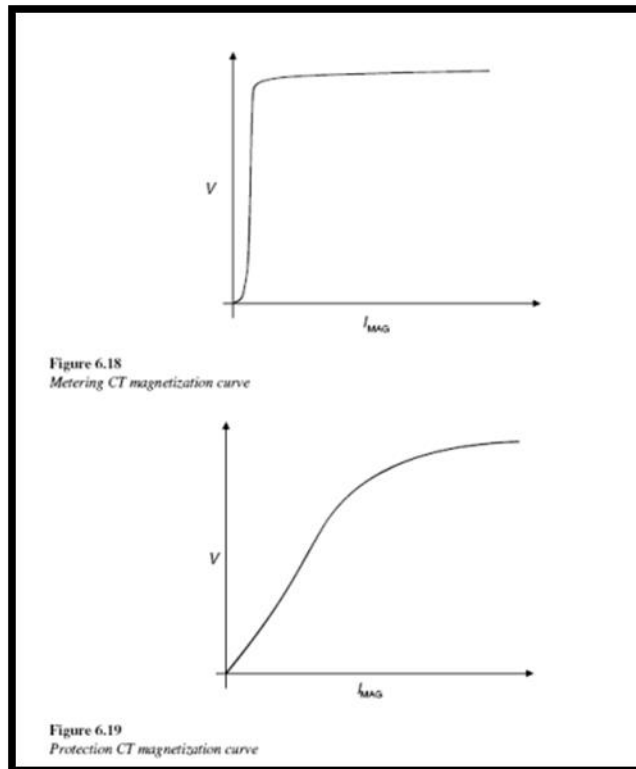
Gambar 6.39 CT Magnetising Characteristic for 0.1PL200R2.0
Rangkaian ekuivalen CT



Gambar 6.40 Rangkaian Ekuivalen CT

Perbedaan karakteristik CT pengukuran dan CT proteksi

CT pengukuran dipergunakan untuk memperoleh trasformasi pengukuran yang presisi dengan besar arus sekunder CT sebanding dengan rasio trasformasinya. Sedangkan CT proteksi dipergunakan untuk melindungi peralatan proteksi yang hanya mampu bekerja dengan arus rendah. Oleh karena itu maka kurva saturasi arus magnetisasi pada CT pengukuran akan memiliki daerah knee point yang lebih tajam daripada CT proteksi. Hal ini diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 6.41 karakteristik CT Pengukuran dan CT Proteksi

Bahan Bacaan 2:

Voltage Trasformer (VT/PT)

Trafo tegangan (VT/PT) digunakan untuk menurunkan tegangan sistem dengan perbandingan transformasi tertentu. Transformator Tegangan/Potensial (VT/PT) adalah trafo instrument yang berfungsi untuk merubah tegangan tinggi menjadi tegangan rendah sehingga dapat diukur dengan Volt meter.

Prinsip kerja Trafo tegangan, kumparan primernya dihubungkan parallel dengan jaringan yang akan diukur tegangannya. Voltmeter atau kumparan tegangan wattmeter langsung dihubungkan pada sekundernya. Jadi rangkaian sekunder hampir pada kondisi open circuit. Besar arus primernya tergantung pada beban disisi sekunder. Rancangan trafo tegangan ini sama dengan trafo daya step-down tetapi dengan beban yang sangat ringan.

a) Fungsi VT

- 1) Mentrasformasikan tegangan tinggi ke rendah yang sesuai kebutuhan relai.
 - 2) Mengisolasi peralatan proteksi dari system tegangan tinggi.
 - 3) Menentukan rating tegangan untuk relai.
- b) Prinsip Kerja VT

Transformator tegangan digunakan untuk merubah besaran tegangan primer menjadi tegangan yang lebih kecil sesuai dengan perbandingan lilitannya. Dengan mengetahui N_1 dan N_2 , membaca tegangan V_2 serta menganggap transformator ini ideal maka tegangan V_1 adalah :

$$V_1 = \frac{N_1}{N_2} V_2$$

Tegangan sekunder trafo dari nilai settingnya (set value) dalam persen disebut kesalahan tegangan (voltage errors)

$$F_U \cdot F_u = \frac{U_2 \cdot K_N - U_1}{U_1} \times 100\%$$

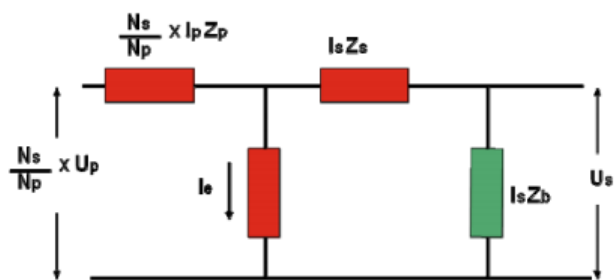
U_1 = tegangan primer dalam V

U_2 = tegangan sekunder dalam V

K_N = rasio transformasi teraan trafo tegangan

- c) Rangkaian Ekuivalen

Rangkaian ekuivalen VT/CT ditunjukkan pada Gambar 6.42 berikut.



- N_p = Lilitan Primer
- N_s = Lilitan sekunder
- U_p = Tegangan Primer
- Z_p = Resistansi Primer dan Reaktansi Bocor
- Z_s = Resistansi Sekunder dan Reaktansi Bocor
- U_s = Tegangan Sekunder
- I_e = Arus Magnetisasi

Gambar 6.42 Rangkaian Ekuivalen VT/PT

Bahan Bacaan 3:

Relay

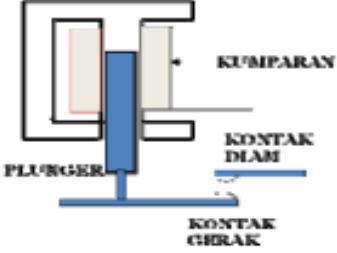
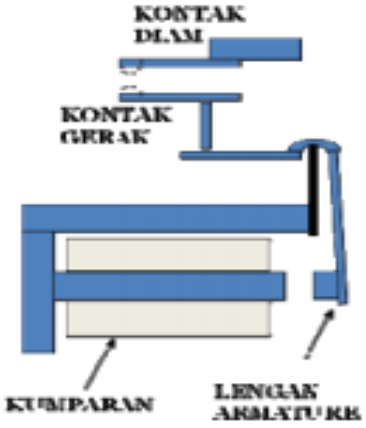
Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

a) Fungsi relai

- 1) Secara umum relai berfungsi memberikan intruksi kepada rangkaian pemutus (circuit breaker/ CB) untuk mengisolasi sistem yang mengalami gangguan.
- 2) Secara khusus, fungsi masing-masing relai tergantung kepada karakteristik dan besaran input yang mempengaruhi kerja relai misalnya:
 - Relai arus lebih (Over Current Relai/ OCR) berfungsi melindungi sistem dari gangguan arus lebih.
 - Relai impedansi berfungsi melindungi sistem dari gangguan yang terkait dengan perubahan impedansi saluran
 - Relai jarak berfungsi melindungi sistem dari gangguan berdasarkan besaran jarak tertentu yang disetting pada relay.

b) Prinsip kerja relai dapat kita lihat pada Tabel 6.11 berikut:

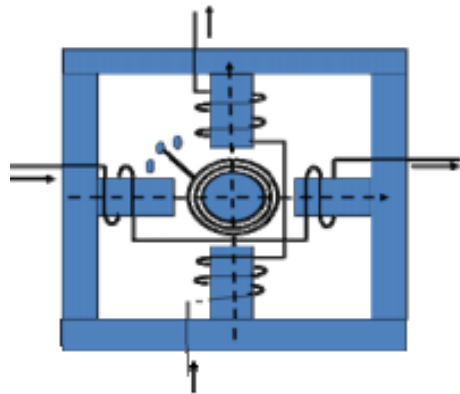
Tabel 6. 11 Prinsip Kerja Relai

Prinsip Kerja Relai	Gambar
<p>1) Tipe Plunger</p> <p>Bila kumparan diberi arus melebihi nilai puncaknya maka plunger akan bergerak keatas dan terjadi penutupan kontak</p>	
<p>2) Tipe Hinged Armature</p> <p>Bila kumparan diberi arus maka lengan akan tertarik sehingga ujung lengan yang lain menggerakkan kontak. Gaya elektromagnetik juga sebanding dengan kuadrat arus kumparan . tipe ini banyak digunakan sebagai relai bantu karena mempunyai kontak yang banyak dan kontaknya mempunyai kapasitas pemutusan arus yang lebih besar.</p>	

<p>3) Tipe Tuas Seimbang (balance beam)</p> <p>Tipe ini terdiri dari dua kumparan, yaitu kumparan kerja dan dalam keadaan seimbang dimana gaya pegas diabaikan maka $I_1 / I_2 = K$ (Konstant). Bila I_1 / I_2 lebih besar dari K maka relai akan menutup kontak. Bila I_1 / I_2 lebih kecil dari K maka relai akan membuka kontak. Tipe ini banyak digunakan sebagai relai diferensial dan relai jarak.</p>	
<p>4) Shaded Pole Induction Disk</p> <p>Terjadi antara Fluk dengan Fluk. Kedua fluk ini akan mengendalikan arus puser pada piringan, karena kontak gerak dipasang pada poros maka kontak akan menutup.</p>	
<p>5) Tipe watimktrik (KWH)</p> <p>Interaksi antara fluk ϕ_U dan ϕ_L terhadap fluks yang diperoleh dari arus puser yang diinduksikan pada piringan akan menggerakkan piringan untuk berputar. Putaran ini akan menutup kontak .</p>	

6) Induction Cup

Prinsipnya sama seperti motor induksi terdapat rotor berbentuk silinder yang ditengahnya inti magnetik sehingga silinder tersebut dapat berputar pada silinder dipasang kontak gerak dan dapat menutup kontak gerak ke kiri atau ke kanan



c) Prinsip Kerja Relai Statik / Elektronik

Relai jenis ini bekerja dengan menggunakan prinsip dasar rangkaian elektronik tertentu yang dapat dipergunakan sebagai penghasil sinyal yang mentrigger bagian elektronik relai bekerja. Komponen dasar rangkaian elektronik (unit dasar) dari relai statik ini adalah :

- 1) Sirkuit input (biasanya intermediate ct)
- 2) Rectifier / penyearah
- 3) Level detector
- 4) Timer / integrator
- 5) Polarity detector
- 6) Comparator

d) Prinsip Kerja Relai Arus Lebih (OCR)

Relai arus lebih (over current relay / OCR) adalah relai yang melindungi sistem dari gangguan arus lebih. Relai ini bekerja berdasarkan perbandingan arus seting pada frelai terhadap arus primer pada saluran. Jika $I_{\text{Primer}} < I_{\text{set}}$ maka relai tidak beroperasi, jika $I_{\text{Primer}} > I_{\text{set}}$ barulah relai beroperasi. Berdasarkan karakteristiknya relai arus lebih terdiri atas beberapa jenis sebagai berikut:

- 1) Instantaneous Overcurrent Relay (relai arus lebih tanpa waktu tunda)
Adalah relai arus lebih yang bekerja tanpa seting waktu tunda, waktu operasinya tetap yaitu sekitar 0,1 detik.
- 2) Time Delay Overcurrent relay

Relai ini terbagi atas:

- Definite time delay Relay

Relai ini mempunyai tundaan waktu tertentu tanpa dipengaruhi oleh besaran nilai dari besaran penggerak relai tersebut atau dengan kata lain tanpa tergantung dari seting yang menggerakkan relai tersebut.

- Inverse Time Relay

Pada relai ini karakteristik waktu operasi berbanding terbalik dengan besaran penggerak (setting arus). Berdasarkan kecuraman karakteristiknya, secara garis besar dibagi atas: standard inverse, very inverse, extremely inverse

Tabel 6.12 standard inverse, very inverse, extremely inverse

Relay Characteristic	Equation (IEC 60255)
Standard Inverse (SI)	$t = TMS \times \frac{0.14}{I_r^{0.02} - 1}$
Very Inverse (VI)	$t = TMS \times \frac{13.5}{I_r - 1}$
Extremely Inverse (EI)	$t = TMS \times \frac{80}{I_r^2 - 1}$
Long time standard earth fault	$t = TMS \times \frac{120}{I_r - 1}$

(a): Relay characteristics to IEC 60255

Directional Overcurrent Relay (relai Arus Lebih Berarah)

Overview : terdiri atas 2 unit, directional dan non-directional atau IDMT unit. Directional unit terdiri atas empat kutub induction cup, dua kutub yang berlawanan disuplai oleh tegangan (polarizing quantity = reference quantity), kutub yang lain disuplai dengan arus. Non directional unit tidak akan bekerja (energised) jika kontak directional unit tidak menutup (closed). Torka yang menggerakkan relai dinyatakan: $T = VI \cos (\theta - \tau) - K$ dimana phi : sudut antara tegangan dan arus K : torka lawan (Pegas dan gesekan).

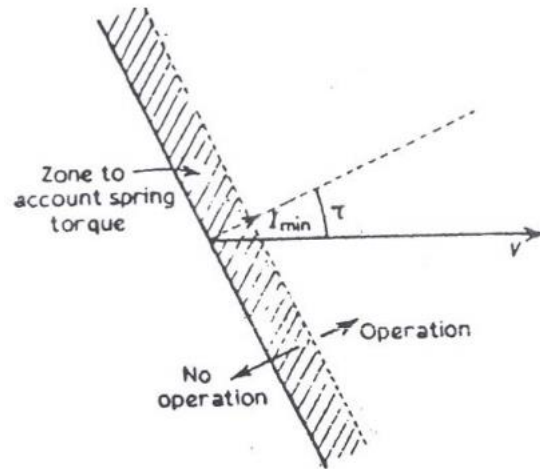


Fig. 14.12 Polar characteristic of directional relay

Persamaan Torka Universal

$$T = K_1 I^2 + K_2 V^2 + K_3 V I \cos(\theta - \tau) + K$$

Persamaan ini dapat digunakan untuk menentukan karakteristik operasi semua tipe relay.

- OCR jika $K_2 = K_3 = 0$
- Directional jika $K_1 = K_2 = 0$

e) Relai Jarak (Distance Relay)

1) Impedance

- $K_3 = 0$, sehingga $T = K_1 I^2 + K_2 V^2$, K diabaikan
- Torka bekerja berdasarkan arus, daya lawan berdasarkan tegangan
- Relai beroperasi jika $K_1 I^2 > K_2 V^2$, sehingga $V^2 / I^2 < K_1 / K_2$, atau $Z < \sqrt{K_1 / K_2}$.
- Non directional

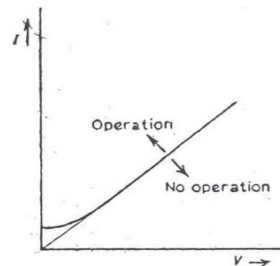


Fig. 14.13 Operating characteristic of an impedance relay on V-I diagram

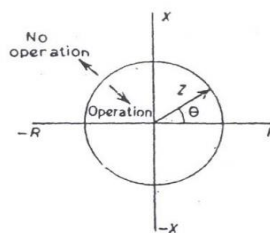


Fig. 14.14 Operating characteristic of an impedance relay on R-X diagram

2) Reactance

- $K_2 = 0$, sehingga $T = K_1 I^2 + K_2 V^2 + K_3 V I \cos(\theta - \tau)$, abaikan K
- Torca bekerja berdasarkan arus, dengan daya lawan (restraint) bekerja berdasarkan arah arus-tegangan. Max restraint pada 90 deg.
- Relai beroperasi jika : $K_1 I^2 > K_2 V I \sin(\theta)$, sehingga $V \sin(\theta) / I < K_1 / K_3$.
- Merupakan overcurrent relai dengan directional restraint.

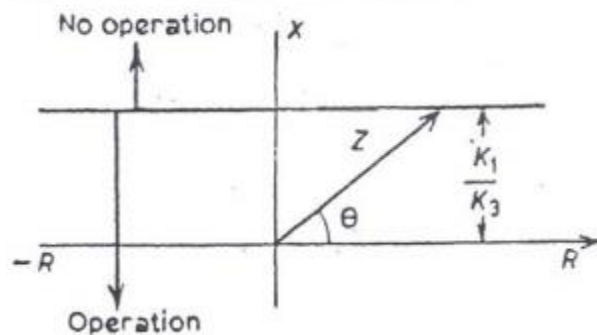


Fig. 14.16 Characteristic of a reactance relay

3) Mho

- $K_1 = 0, K_2$ negatif, sehingga $T = K_3 V I \cos(\theta - \tau) - K_2 V^2$, K diabaikan
- Torca kerja didasarkan kepada elemen V-I, daya lawan dipengaruhi oleh tegangan.
- Relai beroperasi jika : $K_2 V^2 < K_3 V I \cos(\theta - \tau)$, sehingga $Z < K_3 V I \cos(\theta - \tau) / K_2$

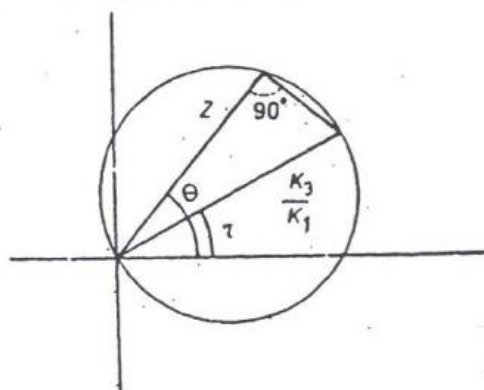
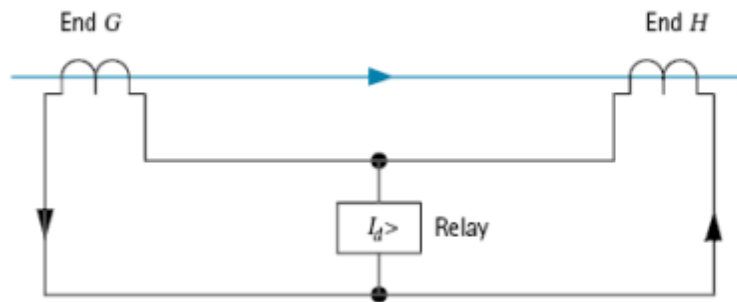


Fig. 14.18 Mho characteristic

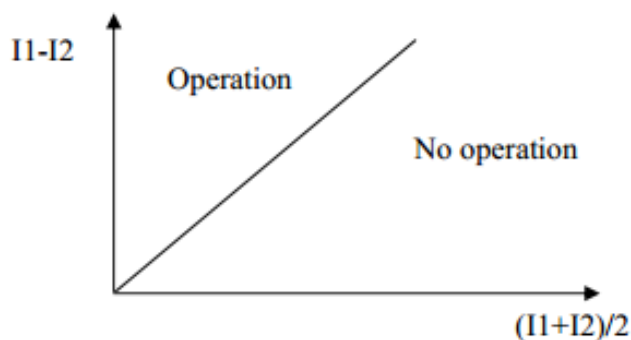
f) Differential Relays

- 1) Bekerja jika perbedaan vektor antara 2 atau lebih bersama elektrik yang sama melebihi nilai yang telah ditentukan (misalnya dua besaran dengan pergeseran fasa)
- 2) Current differential type (current balance)



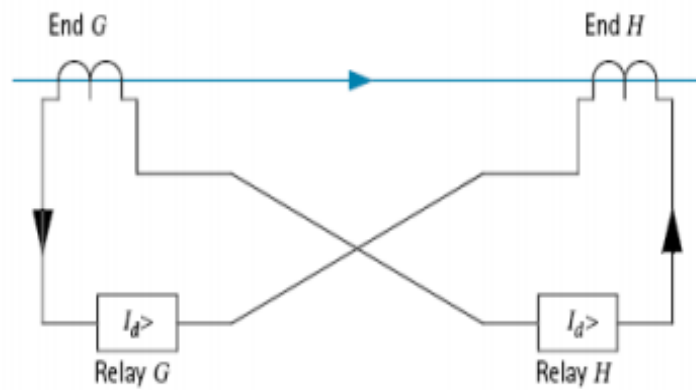
Gambar 6.43 Tipe Relay Diferensial

- 3) Stabil untuk gangguan eksternal (tidak ada perbedaan), beroperasi untuk inzone fault (karena terdapat perbedaan).
- 4) Jika operating coil tidak dirangkai pada titik dengan potensial yang sama atau terdapat perbedaan pada CT, akan terdapat arus diferensial yang menyebabkan relai tidak bekerja semestinya. Solusi: tambahkan restraining coil untuk menambah stabilitas.



Gambar 6.44 Kurva Relai Diferensial

- 5) Voltage Differential Type (Balanced Voltage) : polaritas CT menyebabkan tidak terdapat arus yang mengalir dirangkaian pilot.



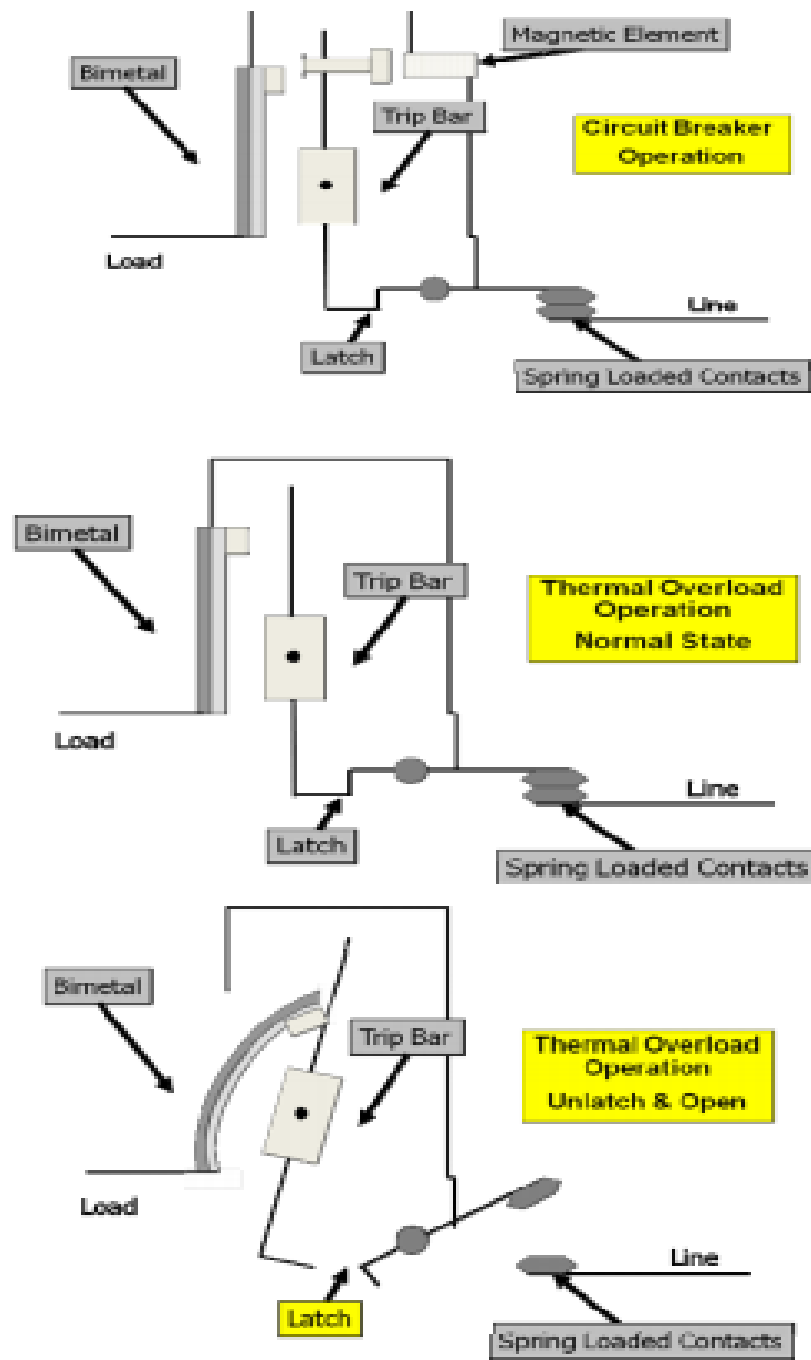
Gambar 6.45 Voltage Differensial

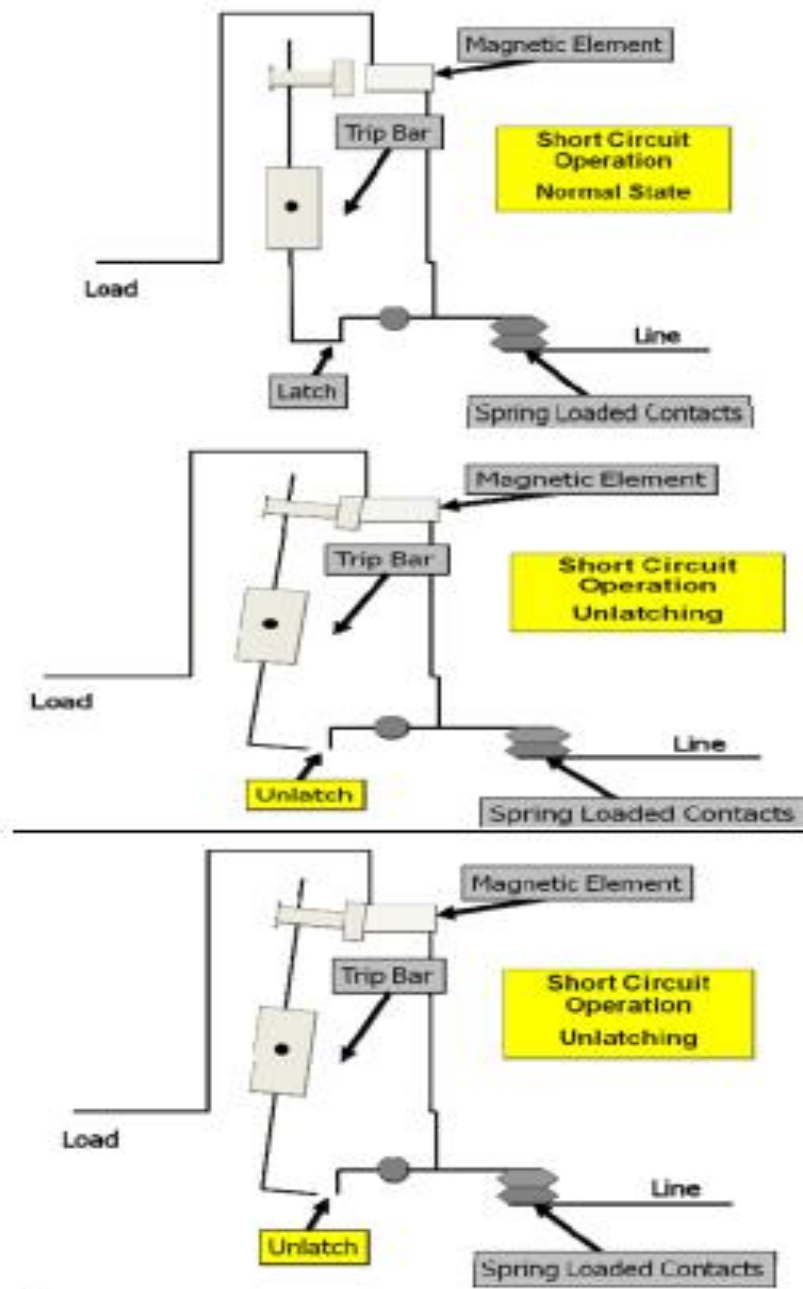
g) Circuit Breaker

Fungsi

- 1) Memutus rangkaian jika terjadi gangguan pada saluran yang diproteksi
- 2) Mencegah terjadinya busur api atau flashover pada saat pemutusan rangkaian
- 3) Dapat berfungsi sebagai sakelar sekaligus pengaman arus lebih dan overload.

Prinsip Kerja





Gambar 6.46 Prinsip Kerja Circuit Breaker

prinsip kerja dari circuit breaker tergantung kepada jenis penggerak yang mengatur membuka dan menutupnya kontak. Pada dasarnya terdapat dua tipe kontak yaitu thermal dan magnetik kontak.

Thermal kontak digunakan oleh bimetal yang sensitif terhadap panas. Pada saat arus gangguan yang melewati kontak melebihi arus

rating CB maka bimetal akan memuai dan melengkung sehingga menggerakkan trip bar dan menarik tuas pengunci (Lutch) pada kontak. Dengan demikian kontak akan terlepas dan saluran yang terganggu akan diputus dari jaringan. Thermal kontak biasanya bekerja jika terjadi gangguan overload, karena karakteristiknya yang membutuhkan waktu tunda kerja.

Magnetik kontak digerakkan oleh elemen magnetis yang dipengaruhi besar arus yang mengalir. Pada saat besae arus yang mengalir pada CB melebihi arus rating maka elemen magnetik akan terinduksi dan menghasilkan gaya magnetik yang menggerakkan trip bar dan menarik tuas pengunci pada kontak dan saluran akan terputus. Magnetik kontak akan bekerja jika terjadi gangguan hubung singkat, disebabkan oleh responnya yang cepat dan instantenous.

Kelemahan dari CB adalah kemungkinan terjadinya bunga api saat kontak melepaskan saluran yang terganggu. Untuk menghindari hal ini maka CB dirancang dengan menggunakan medium pemutus dari bahan isolator yang memiliki kemampuan pemutusan berbeda-beda. Kemampuan pemutusan medium pemutus akan semakin tinggi jika bahan isolasinya semakin baik. Bahan isolator yang digunakan mulai dari kemampuan rendah ketinggian antara lain: medium udara (air), minyak (oil), dan gas SF₆ dan Vakum.

Karaktristik kerja CB

Karaktristik kerja CB digambarkan dengan kurva arus dan response waktu. Sesuai dengan fungsinya maka karaktristik CB ini dapat dinyatakan sebagai karaktristik overload dan hubung singkat. Untuk karaktristik overload maka CB akan bekerja pada tundaan waktu tertentu untuk rating arus overload. Untuk arus gangguan hubung singkat yang biasanya lebih besar beberapa kali dari arus overload maka karaktristik CB harus dapat merespon dengan waktu tunda yang lebih singkat daripada kondisi overload bahkan instantenous untuk arus sangat besar.

h) Fuse

1) Fungsi

- Memutus rangkaian jika terjadi gangguan hubung singkat pada saluran yang siproteksi
- Mengisolasi saluran yang mengalami gangguan dari saluran yang beroperasi normal
- Tidak dapat berfungsi sebagai sakelar maupun pengaman overload kecuali didesain khusus (tipe dual element)

2) Prinsip kerja

-Non Time Delay Fuse

Non time delay fuse digunakan untuk pengaman arus hubung singkat berupa tundaan waktu sehingga kerjanya instantenous. Fuse ini terdiri atas satu elemen yang akan melebur jika dilewati arus melebihi ratingnya, dengan meleburnya elemen ini maka arus hubung singkat ke saluran yang terganggu akan terputus.

-Dual element fuse

Dual element fude didesain khusus untuk dapat beroperasi pada kondisi hubung singkat maupun kondisi overload. Fuse ini memiliki satu elemen yang bekerja pada saat hubung singkat dan elemen lainnya bekerja pada saat overload terjadi. Meleburnya overload terjadi dengan tundaan waktu pada saat arus overload mengalir pada saluran. Sedangkan elemen hubung singkat akan melebur tanpa tundaan waktu (instantaneous) untuk arus yang sangat besar.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh guru kejuruan bahwa dia telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-60.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktivitas 1. Menggunakan Peralatan Kerja Pemasangan

Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Saudara akan mendiskusikan bagaimana Menggunakan Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
2. Mengapa Saudara harus mengetahui Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?
4. Apa sajakah Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-61

E. Rangkuman

1. Fungsi CT diantaranya adalah Memberikan sinyal ke relai yang proposional dengan besar arus yang mengalir pada peralatan yang dilindungi, mengurangi besar arus terukur ke level yang dapat ditangani peralatan proteksi dan mengisolasi sisi tegangan rendah peralatan proteksi dari sisi tegangan tinggi
2. CT pengukuran dipergunakan untuk memperoleh transformasi pengukuran yang presisi dengan besar arus sekunder CT sebanding dengan rasio transformasinya. Sedangkan CT proteksi dipergunakan untuk melindungi peralatan proteksi yang hanya mampu bekerja dengan arus rendah. Oleh karena itu maka kurva saturasi arus magnetisasi pada CT pengukuran akan memiliki daerah knee point yang lebih tajam daripada CT proteksi
3. Fungsi VT diantaranya adalah Mentransformasikan tegangan tinggi ke rendah yang sesuai kebutuhan relai, mengisolasi peralatan proteksi dari system tegangan tinggi dan menentukan rating tegangan untuk relai.
4. Fungsi relai Secara umum relai berfungsi memberikan intruksi kepada rangkaian pemutus (circuit breaker/ CB) untuk mengisolasi sistem yang mengalami gangguan.
5. Fungsi Circuit Breaker adalah Memutus rangkaian jika terjadi gangguan pada saluran yang diproteksi, mencegah terjadinya busur api atau flashover pada saat pemutusan rangkaian dan Dapat berfungsi sebagai sakelar sekaligus pengaman arus lebih dan overload.
6. Karakteristik kerja CB digambarkan dengan kurva arus dan response waktu. Sesuai dengan fungsinya maka karakteristik CB ini dapat dinyatakan sebagai karakteristik overload dan hubung singkat. Untuk karakteristik overload maka CB akan bekerja pada tundaan waktu tertentu untuk rating arus overload. Untuk arus gangguan hubung singkat yang biasanya lebih besar beberapa kali dari arus overload maka karakteristik CB harus dapat

merespon dengan waktu tunda yang lebih singkat daripada kondisi overload bahkan instantenous untuk arus sangat besar.

F. Tes Formatif

1. Jelaskan prinsip kerja CT (current Transformator)!
2. Apa perbedaan CT pengukuran dengan CT proteksi !
3. Jelaskan prinsip kerja VT (Voltage Trasformator) !
4. Tuliskan komponen dasar rangkaian elektronik (unit dasar) dari relai statik!
5. Apa kelemahan dari CB Circuit Breaker !

G.Kunci Jawaban

1. Transformator arus (current tarsformer/ CT) dibuat seperti trafo satu fasa, arus secara langsung akan mengalir melalui sisi primer. Menurut standar, arus standar pada sisi sekunder adalah 1 A atau juga 5 A. Sedangkan rasio tarsformasi teraan $K_N = I_{1N} / I_{2N}$ diberikan dalam bentuk fraksi 1000 A/ 5 A.
2. CT pengukuran dipergunakan untuk memperoleh trasformasi pengukuran yang presisi dengan besar arus sekunder CT sebanding dengan rasio trasformasinya. Sedangkan CT proteksi dipergunakan untuk melindungi peralatan proteksi yang hanya mampu bekerja dengan arus rendah.
3. Transformator tegangan digunakan untuk merubah besaran tegangan primer menjadi tegangan yang lebih kecil sesuai dengan perbandingan lilitannya. Dengan mengetahui N_1 dan N_2 , membaca tegangan V_2 serta menganggap transformator ini ideal
4. Komponen dasar rangkaian elektronik (unit dasar) dari relai statik ini adalah :
 - a) Sirkuit input (biasanya intermediate ct)
 - b) Rectifier / penyearah
 - c) Level detector
 - d) Timer / integrator
 - e) Polarity detector
 - f) Comparator

5. Kelemahan dari CB adalah kemungkinan terjadinya bunga api saat kontak melepaskan saluran yang terganggu. Untuk menghindari hal ini maka CB dirancang dengan menggunakan medium pemutus dari bahan isolator yang memiliki kemampuan pemutusan berbeda-beda. Kemampuan pemutusan medium pemutus akan semakin tinggi jika bahan isolasinya semakin baik.

LEMBAR KERJA KB-6

LK - 60

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari mempelajari Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LK – 61

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa Saudara harus mengetahui Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perlu memahami Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa sajakah Peralatan Kerja Pemasangan Pada Instalasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik!

.....
.....
.....

PENUTUP

Upaya menyiapkan tenaga menengah kejuruan untuk memenuhi kebutuhan akan tenaga pelaksana di bengkel atau di industri, dalam kenyataannya sekarang ini sangat dipengaruhi oleh persaingan yang sangat ketat baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Karena setiap pengusaha akan bersaing dalam kualitas produksinya yang dilaksanakan sehingga menghasilkan barang berdasarkan kebutuhan pasar dengan harga yang bersaing.

Dalam hal ini maka untuk menjawab tantangan tersebut setiap orang yang akan terlibat di dalam proses produksi harus mampu dan mempunyai KOMPETENSI yang dikuasai, diakui, sedangkan untuk memperoleh kompetensi tersebut harus melalui pendidikan dan pelatihan di institusi/sekolah kejuruan .

Salah satu perangkat pembelajaran diklat kompetensi adalah buku MODUL/ BAHAN AJAR, yang diharapkan dengan mempelajari buku modul ini peserta akan dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan dasar yang harus dikuasai untuk mengikuti UJI KOMPETENSI.

Modul Diklat PKB bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini disusun sebagai acuan bagi peserta diklat PKB. Melalui modul ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan terkait informasi yang diberikan sesuai dengan bidang tugas masing-masing.

Modul Pembelajaran Diklat PKB ini merupakan informasi umum bagi para peserta diklat agar dapat dikembangkan atau digali lebih mendalam sesuai dengan tujuan dan harapan dunia pendidikan, yakni menjadi pendidik yang profesional. Terutama kegiatan pembelajaran yang dapat mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

UJI KOMPETENSI

A. Pedagogik

1. Siswa yang peramah, penakut, teliti, mampu mengambil kesimpulan, jujur atau pendendam merupakan karakteristik...
 - a. Sikap
 - b. Kepribadian
 - c. Sosial
 - d. Emosional dan fisik
2. Sebagai seorang guru, bu Ani selalu mencari informasi tentang seluk beluk dan karakteristik siswa-siswanya, karena semua itu merupakan bahan dasar yang akan mempengaruhi capaian dan prestasi masing-masing siswa. Ilustrasi tersebut merupakan ilustrasi dan konsep...
 - a. Merencanakan proses pembelajaran
 - b. Masukan (*raw input*) proses pembelajaran
 - c. Masukan sarana/prasarana dalam proses pembelajaran
 - d. Masukan lingkungan pembelajaran
3. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini :
 1. Hindari saran dan pernyataan negative yang dapat melemahkan kegairahan belajar
 2. Ciptakan situasi bersaing yang sehat antar sesama siswa
 3. Jatuhkan hukuman dan sanksi yang berat atas kelalaian dan ketidaktaatan terhadap ketentuan yang berlaku
 4. Berikan penghargaan yang tulus dan wajar kepada ranking 5 besar di kelas

Pernyataan di atas yang dapat dipergunakan untuk mengatasi kasus kesulitan belajar yang dihadapi oleh siswa yang disebabkan oleh kurangnya motivasi dan minat belajar adalah pernyataan...

 - a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 3
 - d. 3 dan 4

4. Pak Andi menemukan kasus kesulitan belajar yang dialami siswa yang disebabkan oleh kebiasaan belajar yang salah. Langkah yang paling tepat dilakukan untuk mengatasi kesulitan belajar tersebut antara lain...
 - a. Tunjukkan dampak atau akibat kebiasaan belajar yang salah terhadap prestasi belajar
 - b. Berikan kesempatan kepada siswa yang bersangkutan untuk mendiskusikan aspirasinya secara rasional
 - c. Ciptakan iklim sosial yang sehat antar siswa maupun antara guru dan siswa di dalam kelas
 - d. Berikan kesempatan memperoleh pengalaman yang menyenangkan atau memperoleh sukses dalam belajar meskipun prestasinya minimal
5. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini :
 1. Faktor-faktor yang tidak kondusif yang dialami siswa
 2. Kapasitas belajar (tingkat kecerdasan) umum terbatas/rendah
 3. Kapasitas belajar (bakat) khusus tidak sesuai dalam bidang-bidang tertentu
 4. Populasi siswa di dalam kelas terlalu besarPernyataan di atas yang merupakan faktor penyebab kesulitan belajar yang bersumber dari dalam diri siswa adalah pernyataan...
 - a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 3
 - d. 3 dan 4

B. Profesional

1. Suatu peralatan yang dipasang pada pelanggan untuk mengetahui/mengukur pemakaian energi yang digunakan serta membatasi daya yang digunakan sesuai daya kontraknya adalah :
 - a. Alat Pengukur
 - b. Alat Pembatas

- c. Alat Pembatas dan Pengukur
 - d. Alat Pengukur dan Pembatas.
2. Fungsidari Trafo Arus adalah :
- a. Mentransformasikan dari arus yang besar ke arus yang kecil guna pengukuran
 - b. Sebagai isolasi sirkit sekunder dari sisi primernya
 - c. Mentransformasikan dari arus yang besar ke arus yang kecil guna proteksi
 - d. Semuanya benar.
3. Burden CT adalah
- a. Kemampuan PT menanggung beban disisi primer
 - b. Kemampuan PT menanggung beban disisi skunder
 - c. Kemampuan CT menanggung beban disisi primer
 - d. Kemampuan CT menanggung beban disisi skunder.
4. Fungsi dari Trafo Tegangan adalah :
- a. Mentransformasikan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah guna penggukuran atau proteksi dan
 - b. sebagai isolasi antara sisi tegangan yang diukur / diproteksikan dengan alat ukurnya/ proteksinya
 - c. a dan b benar
 - d. Salah semua
5. Perlengkapan APP untuk pengkuran energi listrik yang digunakan pelanggan, kecuali :
- a. Trafo Arus
 - b. Trafo Tegangan
 - c. Time Swicth
 - d. Meter kWh

6. Berikut ini merupakan persyaratan yang sangat perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan sistem proteksi yang efektif, kecuali
 - a. Selektivitas dan diskriminasi
 - b. Stabilitas
 - c. Kecepatan operasi
 - d. Sensitivitas
 - e. Viskositas
7. Proteksi untuk arus hubung singkat biasanya ditentukan oleh dari rangkaian yang terganggu
 - a. Tegangan
 - b. Arus
 - c. Tahanan
 - d. Impedansi
 - e. Frekuensi
8. Keandalan dan keberlangsungan suatu sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen sangat tergantung pada:
 - a. Sistem tenaga
 - b. Sistem kontrol
 - c. Sistem proteksi
 - d. Sistem power
 - e. Sistem keamanan
9. Berikut ini merupakan alasan-alasan mengapa proteksi itu diperlukan, kecuali
 - a. Untuk menghindari ataupun untuk mengurangi kerusakan peralatan-peralatan akibat gangguan
 - b. Untuk cepat melokalisir luas daerah terganggu menjadi sekecil mungkin.
 - c. Untuk mencegah terjadinya kondisi normal pada sistem.
 - d. Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi.
 - e. Untuk mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

10. Peralatan yang berfungsi untuk memutuskan rangkaian atau sistem yang terganggu secara otomatis adalah
- Relay
 - Contactora
 - Circuit breaker
 - Terminal
 - Switch
11. Berikut ini merupakan persyaratan yang sangat perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan sistem proteksi yang efektif, kecuali
- Selektivitas dan diskriminasi
 - Stabilitas
 - Kecepatan operasi
 - Sensitivitas
 - Viskositas
12. Pengertian dari current rating adalah
- Arus balik
 - Arus tinggi
 - Arus rendah
 - Arus batas
 - Arus tetap
13. Proteksi untuk arus hubung singkat biasanya ditentukan oleh dari rangkaian yang terganggu
- Tegangan
 - Arus
 - Tahanan
 - Impedansi
 - Frekuensi
14. Untuk keperluan tripping type ini menggunakan bimetal yang dipanasi melalui arus beban lebih karena bimetal mengambil waktu untuk menaikkan panas, maka type circuit breaker ini mempunyai karakteristik inverse time limit untuk proteksi. Type tersebut termasuk circuit breaker jenis
- Thermal
 - Magnetic

- c. Thermal – Magnetic
 - d. Electronic
 - e. Solenoid
15. Suatu peralatan proteksi rangkaian terhadap kerusakan yang disebabkan oleh arus berlebihan yang mengalir dan memutuskan rangkaian dengan meleburannya elemen disebut
- a. Sekering
 - b. Circuit breaker
 - c. Relay
 - d. Contactor
 - e. Terminal

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar. 2000. *Buku Pegangan Teknik Listrik Jilid 1 dan Jilid 2*. Jakarta: Pradnya Paramita

_____. 1972. *Teknik Tenaga Listrik Jilid III Gardu Induk*. Jakarta: Pradnya Paramita

Djiteng Marsudi. 1990. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : Badan Penerbit dan Humas ISTN

<http://dokumen.tips/documents/makalah-sistem-proteksi-transmisi-tenaga-listrik.html>

<http://tekniklistrikumum.blogspot.co.id/2013/11/sistem-proteksi-pada-transformator.html>

<http://www.slideshare.net/syahrulramazan/makalah-pak-maimun>

Hamalik, Oemar. 1990. *Metode Belajar dan Kesulitan-Kesulitan Belajar*. Bandung: Tarsito

Ibrahim R, Syaodih S Nana. 2003. *Perencanaan Pengajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.

Joyce Bruce. Et al. 2000. *Models of Teaching*. 6th Ed. Allyn & Bacon: London

Mustagfirin Amin. Dkk. 2013. *Gardu Induk Semester 3 Kelas XI*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan

Nasution. S. 2005. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.

Sadiman. 2006. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada

Sanjaya, Wina. 2006. *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Media Prenada

Steven Sim. 2011. *PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)*. Jakarta : Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi.

- Sudjana, Nana. 1989. *Cara Belajar Siswa Aktif dalam Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru.
- Suhadi, dkk. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 3*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Sudjana, Nana. 1989. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru.
- Sutrisno. (2000). *Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Press.
- Uno, B. Hamzah. 2006. *Perencanaan Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Yamin, Martinis. 2006. *Strategi Pembelajaran Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Zuhal. 2000. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

GLOSARIUM

beban harian	motor listrik terbakar
beban puncak	motor tidak mau berputar
beban rata-rata	motor terlalu cepas putarannya
beban tahunan	mutu tenaga listrik
belitan	<i>operator system</i>
belitan primer	<i>operation planning</i>
belitan skunder	operasi
biaya produksi	operasi unit pembangkit
<i>black start</i>	<i>output</i>
<i>blow down</i> (air ketel)	<i>over heating</i>
<i>boiler</i>	pemadam kebakaran
<i>breakdown voltage</i>	pembangkitan tenaga listrik
<i>buffer baterey</i>	pemeliharaan dan sop
<i>bushing</i>	pemeliharaan bulanan
<i>circulating water pump</i>	pemeliharaan alat komunikasi pada pusat
<i>condition based maintenance</i>	pembangkit
<i>control room</i>	pemeliharaan generator dan <i>governor</i>
debit air	pemeliharaan harian
diagram AVR	<i>pemeliharaan instalasi pada pusat</i>
diagram beban	<i>pembangkit listrik</i>
diagram <i>excitacy</i>	pemeliharaan mingguan
dokumen <i>sop</i>	pemeliharaan periodik
energi listrik	pemeliharaan PLTU
energi mekanik	pemeliharaan rutin
energi primer	pemeliharaan sistem kontrol
<i>exitacy</i>	pemeliharaan sumber dc
<i>flashover</i>	pemeliharaan transformator
frekuensi	pemeliharaan triwulan
gangguan belitan kutub	pemeriksaan transformator
gangguan dan kerusakan	penggerak mula
gangguan elektrik generator	pengujian transformator
gangguan mekanis generator	pengukuran frekuensi
gangguan, pemeliharaan dan perbaikan	penyaluran tenaga listrik
generator sinkron	penyaring pengait
gangguan, pemeliharaan dan perbaikan	penyediaan tenaga listrik

motor asinkron	perbaikan dan perawatan genset,
gangguan pada mesin <i>dc</i>	perkiraan beban,
generator	PLTA
generator asinkron	PLTD
generator arus searah shunt	PLTG
generator <i>dc</i>	PLTGU
generator <i>dc</i> dengan 2 kutub	PLTN
generator <i>dc</i> shunt 4 kutub	PLTP
generator listrik	PLTU
generator <i>main excitacy</i>	penyimpanan alat ukur
generator sinkron	<i>power generator</i>
generator sinkron 3 fasa	<i>power plant</i>
<i>geothermal</i>	<i>predictive maintenance</i>
instalasi pemakain sendiri	prime mover
instalasi pendingin	pusat listrik tenaga <i>thermo</i>
instalasi penerangan	pusat listrik tenaga <i>hydro</i>
instalasi tegangan tinggi	sistem <i>excitacy</i>
instalasi tegangan rendah	sistem <i>excitacy</i> dengan sikat
instalasi telekomunikasi	sistem <i>excitacy</i> tanpa sikat
instalasi sumber energi	<i>sop blower</i>
kendalan pembangkit	<i>sop operator boiler lokal</i>
kegiatan pemeliharaan	<i>sop sistem kelistrikan</i>
kendala operasi	start nor mal stop
konversi energi primer	suku cadang
koordinasi pemeliharaan	perkembangan teknologi pembangkitan
kualitas tenaga listrik	<i>time based maintenance</i>
laporan kerusakan	<i>top overhaul</i>
laporan pemeliharaan	transformator
laporan dan analisis gangguan	turbin <i>pelton</i>
<i>main generator</i>	turbin <i>crossflow</i>
<i>main exciter</i>	turbin air
<i>maintenance</i>	<i>trip coil</i>
manajemen operasi	turbin <i>francis</i>
manajemen pemeliharaan	turbin gas
medan magnet	turbin <i>kaplan</i>
mencari kerusakan generator sinkron	turbin uap
menentukan letak kerusakan motor <i>dc</i>	<i>turbocharger</i>

